

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE FÍSICA**

**METODOLOGIAS INTERATIVAS DE ENSINO NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES DE FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO COM O *PEER*
*INSTRUCTION****

MAYKON GONÇALVES MÜLLER

**Porto Alegre
2013**

* Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE FÍSICA**

**METODOLOGIAS INTERATIVAS DE ENSINO NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES DE FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO COM O *PEER INSTRUCTION***

MAYKON GONÇALVES MÜLLER

PORTO ALEGRE, MARÇO DE 2013

Dissertação realizada sob orientação dos professores Dr.^a Eliane Angela Veit e Dr. Ives Solano Araujo, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, Profa. Eliane e Prof. Ives, pela atenção e pelo apoio que sempre me proporcionaram.

Aos meus pais, Angela e Jardelino, por terem me proporcionado o acesso a uma educação de qualidade, pelo suporte nas horas mais difíceis e pelo amor incondicional.

Ao meu irmão, Marloon, pelo companheirismo e amizade incomparável, pelo apoio em minhas decisões e por ter sempre acreditado em meu potencial.

A minha namorada, Greice, pela paciência durante os momentos de ausência devido aos compromissos relacionados ao mestrado, pelo amor mais sincero e belo que recebo e pelas palavras de encorajamento nas situações difíceis.

Aos meus colegas de pós-graduação, pelas conversas e discussões que me proporcionaram grande amadurecimento.

Ao Colégio de Aplicação da UFRGS, em especial ao Prof. Rafael Brandão, pelo apoio durante a execução do presente trabalho.

Aos professores que tive até hoje, pelo exemplo de dedicação e amor pela profissão.

A todos aqueles que sempre acreditaram no meu potencial e me deram forças para continuar minha caminhada.

Sumário

Agradecimentos.....	3
Lista de Figuras.....	6
Lista de Quadros.....	7
Lista de Tabelas.....	8
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 O método <i>Peer Instruction</i>	17
2.2 A formação de professores.....	26
3. REFERENCIAIS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS.....	32
3.1 Referencial teórico: a Teoria da Educação de Gowin.....	32
3.1.1 <i>O Modelo de Gowin</i>	32
3.2 Referencial metodológico: estudo de caso segundo a perspectiva de Yin.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
4.1 O contexto dos estudos realizados.....	47
4.2 Estudo 1: implementação do IpC com o auxílio dos computadores do projeto UCA.....	48
4.2.1 <i>Relato de experiência</i>	50
4.2.2 <i>Análise dos Resultados Obtidos</i>	56
4.3 Estudo 2: estudo de caso com dois futuros professores de Física.....	68
4.3.1 <i>A disciplina de estágio de docência</i>	69
4.3.2 <i>O caso Olívia: suas características e o cotidiano de sala de aula</i>	71
4.3.3 <i>Alguns achados do caso Olívia</i>	126
4.3.4 <i>O caso Francisco: suas características e o cotidiano de sala de aula</i>	132

4.3.5 Alguns achados do caso Francisco	167
4.3.6 Uma análise cruzada dos casos Olívia e Francisco	173
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	188
6. REFERÊNCIAS	193
Apêndice A	196
Apêndice C	207
Apêndice D	209
Apêndice E	213
Apêndice F	215

Lista de Figuras

Figura 1 – Diagrama do processo de implementação do método IpC	19
Figura 2 – Linha de tempo do EsM e do IpC	20
Figura 3 – Modelo Triádico de Gowin.....	33
Figura 4 – Conexão entre conceitos, eventos e ações através da estrutura do Vê de Gowin. ...	39
Figura 5 - <i>Notebook</i> educacional UCA	49
Figura 6 – Formulário criado através do aplicativo Google Forms para as votações de Testes Conceituais.	52
Figura 7 – Sumário das respostas dos alunos a um Teste Conceitual fornecido pelo Google Forms.....	53
Figura 8 – Compacto de imagens referentes ao trabalho realizado com os UCAs antes dos episódios de ensino.	54
Figura 9 – Distribuição de frequência de respostas para os 12 Testes Conceituais em que ocorreram discussões entre os colegas.	67

Lista de Quadros

Quadro 1 - Conteúdos e objetivos de ensino: primeira aula - Olívia.....	73
Quadro 2 – Síntese interpretativa: Caso Olívia – Aula 01	82
Quadro 3 - Conteúdos e objetivos de ensino: segunda aula - Olívia	83
Quadro 4 – Síntese interpretativa: Caso Olívia – Aula 02	97
Quadro 5 - Conteúdos e objetivos de ensino: terceira aula - Olívia	99
Quadro 6 – Síntese interpretativa: Caso Olívia – Aula 03	106
Quadro 7 – Conteúdos e objetivos de ensino: quarta aula - Olívia.....	106
Quadro 8 – Síntese interpretativa: Caso Olívia – Aula 04	116
Quadro 9 - Conteúdos e objetivos de ensino: quinta aula - Olívia	117
Quadro 10 – Síntese interpretativa: Caso Olívia – Aula 05	125
Quadro 11- Conteúdos e objetivos de ensino: Primeira aula Francisco	134
Quadro 12– Síntese interpretativa: Caso Francisco – Episódio de Ensino 01	142
Quadro 13 - Conteúdos e objetivos de ensino: Segunda aula Francisco	143
Quadro 14– Síntese interpretativa: Caso Francisco – Episódio de Ensino 02	148
Quadro 15 – Conteúdos e objetivos de ensino: Terceira aula Francisco	148
Quadro 16– Síntese interpretativa: Caso Francisco – Episódio de Ensino 03	158
Quadro 17 - Conteúdos e objetivos de ensino: Quarta aula Francisco	159
Quadro 18– Síntese interpretativa: Caso Francisco – Episódio de Ensino 04	167
Quadro 19 - Vantagens e limitações do IpC na concepção de Olívia e de Francisco	179
Quadro 20 – Síntese dos conflitos vivenciados por Olívia e Francisco.....	184

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Especificações dos <i>notebooks</i> do projeto UCA	49
Tabela 2 – Frequência de respostas dos alunos à seguinte afirmativa do questionário: <i>Aprendo mais com aulas tradicionais (com uso de quadro negro e giz), antes e depois da implementação do IpC.</i>	57
Tabela 3 – Frequência de respostas dos alunos à seguinte afirmativa referente à avaliação do IpC: <i>Dê sua avaliação sobre a metodologia utilizada nas últimas semanas.</i>	57
Tabela 4 – Frequência de respostas dos alunos à afirmativa: <i>o uso do UCA, em sala de aula, me motiva a aprender,</i> antes e depois da aplicação do IpC.	62
Tabela 5 – Frequência de respostas dos alunos à afirmativa: <i>Os UCAs são uma distração em sala de aula,</i> antes e depois da implementação do IpC.	63
Tabela 6 – Frequência de respostas dos alunos à afirmativa: <i>Tenho facilidade em manusear o UCA,</i> antes e depois da implementação do IpC.....	64
Tabela 7 – Frequência de respostas dos alunos à afirmativa: <i>Sinto facilidade em aprender o conteúdo quando utilizo o UCA,</i> antes de depois da implementação do IpC.....	64
Tabela 8 – Frequência de respostas dos alunos à afirmativa: <i>Recomendo que os outros alunos usem o UCA,</i> antes e depois da implementação do IpC.....	65

RESUMO

O objetivo geral deste trabalho é investigar a prática de metodologias interativas de ensino, em específico o método *Peer Instruction*, Instrução pelos Colegas (IpC) em uma tradução livre, no contexto de uma escola de educação básica brasileira. Resumidamente, procuramos responder às seguintes questões: i) Em comparação com o ensino tradicional, quais os resultados obtidos através da implementação do método IpC em uma escola de ensino básico brasileira em termos da motivação para aprender Física, engajamento cognitivo e desempenho em Testes Conceituais por parte dos alunos? ii) Como viabilizar o uso dos computadores do projeto governamental “UCA” (Um Computador por Aluno) como sistema de votação para o IpC? iii) A discussão entre os colegas, no contexto de nossa pesquisa, promove a convergência para a resposta correta em testes conceituais, conforme apontado por alguns estudos na literatura? iv) Quais os principais conflitos e dificuldades que professores principiantes encontram ao utilizar o IpC? v) Que vantagens e limitações são apontadas por eles quanto ao uso do IpC como estratégia didática? Adotamos como referencial teórico a Teoria da Educação de Gowin e como referencial metodológico o estudo de caso segundo a perspectiva de Yin. A investigação realizada contou com dois estudos de caso. O primeiro foi realizado em uma turma de 34 alunos de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública federal, ao longo de uma sequência didática sobre tópicos de Eletromagnetismo. Nesse estudo, observou-se que as discussões entre os colegas mostraram-se frutíferas, propiciando a participação ativa dos alunos e levando à convergência para a resposta correta. Concluiu-se que a metodologia pode ser aplicada com sucesso no contexto de uma sala de aula de ensino médio, utilizando os computadores do projeto UCA como sistema de votação, dadas as condições de infraestrutura para usá-los pelo período de duração da aula (e.g. carga nas baterias). A participação ativa dos alunos em sala de aula, aliada aos comentários positivos em relação ao método, mostram que é possível, através do método IpC, modificar a dinâmica de sala de aula, aumentando significativamente a interação interpessoal e a motivação dos alunos. O segundo estudo foi realizado com dois graduandos do curso de Licenciatura em Física, no seu período de regência no estágio de docência, os quais utilizaram o IpC pela primeira vez. Concluímos que os principais conflitos vivenciados pelos graduandos relacionam-se à escolha dos Testes Conceituais e ao comportamento dos estudantes durante a etapa da votação desses testes. Além disso, o *feedback* de aprendizagem dos conceitos compartilhados com os estudantes, proporcionado pelo IpC, não foi efetivamente aproveitado para guiar as atividades de ensino. Quanto às vantagens apontadas, destacam-se a discussão entre os estudantes sobre tópicos de Física e o engajamento desses em sua própria aprendizagem. Em relação às limitações, destacam-se a necessidade de tempo para refletir sobre os Testes Conceituais e a limitação do tempo de aula para resolução de problemas.

ABSTRACT

The main purpose of this work is to investigate the practice of interactive teaching methods, in particular the Peer Instruction method (PI) in the context of a Brazilian School of basic education. In short, we seek to answer the following research questions: i) What are the results produced by Peer Instruction, in a Brazilian high school, in terms of motivation to learn physics, student engagement and performance in Concept Tests compared with traditional teaching? ii) How to use OLPC (One Laptop Per Child project) computers as voting system for PI? iii) In the context of our research, does peer discussion actually promote convergence towards the correct answer in ConceptTests, as pointed out in the literature? iv) What are the major conflicts and difficulties that teachers face when using PI? v) What advantages and limitations are pointed out by teachers using PI? To answer these questions, we adopted as theoretical background Gowin's Educational Theory and Yin's methodological framework for case study research. The investigation included two case studies. The first study was conducted in a class of 34 students in the third year of a Federal Public High School over an instructional sequence on topics of Electromagnetism. In this study we gathered evidences about the convergence to the correct answer in the student's responses through peer discussion. We conclude that this methodology can be successfully implemented in the context of a High School classroom using computers of the OLPC project as a voting system, given the infrastructural conditions to use them in class (e.g. batteries charge lasting, at least, the class period or electrical outlets to connect the laptops). The second study was conducted with two physics pre-service teachers applying PI for the first time. We conclude the main conflicts experienced by them are related to the choice of ConceptTests and the behavior of their students during the voting sessions. Furthermore, student's answer to the ConceptTests has not been effectively used as feedback to guide teaching activities. Regarding the advantages, stand out the discussion among students about topics of physics and the engagement of them in their own learning. As limitations, the short time to reflect upon the ConceptTests and also to implement problem-solving activities can be highlighted.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que ensinar Física não é tarefa fácil. Dentre os principais desafios docentes, destaca-se a falta de motivação dos alunos para a aprendizagem dos conteúdos. Em boa parte, tal desmotivação é atribuída à forma como o ensino é concebido, mais especificamente, às formas passivas de transmissão de informações que ainda hoje são frequentemente utilizadas nas salas de aula.

Entretanto, as mesmas metodologias educacionais têm sido empregadas por séculos, a despeito dos resultados obtidos estarem aquém dos desejados. Por consequência, os alunos, muitas vezes, acabam associando fortemente a disciplina de Física com a mera memorização de fórmulas, sem significado e/ou conexão com seu cotidiano.

A implementação de atividades diferenciadas em ambientes formais de ensino que promovam mudanças nas atitudes dos estudantes é, portanto, uma tarefa desafiadora e necessária. É preciso dar oportunidade para o educador vivenciar experiências de ensino com novas tendências metodológicas e tecnológicas, com o intuito de evoluir positivamente a realidade escolar.

Na percepção de Carvalho (2004), as práticas pedagógicas devem ser modificadas a fim de dinamizar a construção do conhecimento e permitir a inclusão do saber científico a partir de metodologias diferenciadas. Já Demo (2007) afirma que são imprescindíveis, na prática docente, mudanças pedagógicas consistentes, inseridas a partir de diagnósticos e avaliações que possuam compromisso com a qualidade da educação.

Através da pesquisa acadêmica, acreditamos na possibilidade de, ao investigar o uso de novos métodos de ensino por professores em formação inicial, incentivá-los a buscar alternativas metodológicas que promovam maior engajamento e participação ativa dos estudantes nos episódios de ensino.

Nesse processo de mudança, o papel do futuro professor de Física é de extrema importância. Formar educadores cientes de possibilidades metodológicas, fundamentadas através de pesquisas, mostra-se promissor, sendo, pois, extremamente necessária a incorporação de metodologias interativas na prática docente dos estudantes de Licenciatura em Física a fim de ambientá-los com novas possibilidades didáticas, além de fornecer perspectivas para que esses futuros professores usem-nas em suas atividades.

Outro aspecto importante a ser considerado em nossa reflexão, aqui brevemente desenvolvida, centra-se no uso de tecnologias em ambientes formais de ensino. O cenário tecnológico escolar atual é, muitas vezes, desconexo com a realidade fora da sala de aula. Vivemos uma época de grandes avanços tecnológicos, na qual a nova geração de jovens utiliza os computadores, em geral, apenas como um instrumento básico de comunicação, diversão e aquisição de informações. Todavia, tal recurso ainda precisa encontrar seu espaço como ferramenta potencialmente útil para auxiliar uma aprendizagem mais efetiva de conceitos e construção de habilidades, tanto no mundo em geral, quanto no Brasil, em particular.

Indubitavelmente, a escola precisa reformular-se para melhor contribuir para o desenvolvimento da sociedade contemporânea da qual o aluno faz parte, preparando-o adequadamente para os desafios do mundo atual, tornando o ensino mais atrativo ao aluno e, quiçá, melhorando a aprendizagem dos conteúdos disciplinares. Atualizar a escola implica tanto a obtenção de recursos materiais, como também o emprego de propostas pedagógicas e metodológicas que considerem, entre outros recursos, o uso eficaz das tecnologias na educação escolar. Essa inserção tecnológica passa pelo treinamento e ambientação dos educadores.

Visando contemplar essa necessidade, o Governo Federal brasileiro, em 2007, formalizou o projeto UCA (Um Computador por Aluno), inspirado no projeto norte americano OLPC (*One Laptop Per Child*). O projeto UCA, conhecido também como PROUCA¹, possui como objetivo:

Promover a inclusão digital nas escolas das redes públicas de ensino federal, estadual, distrital, municipal ou nas escolas sem fins lucrativos de atendimento a pessoas com deficiência, mediante a aquisição e a utilização de soluções de informática, constituídas de equipamentos de informática, de programas de computador (software) neles instalados e de suporte e assistência técnica necessários ao seu funcionamento (Lei nº 12.249 – Art. 7o)².

No entanto, sabe-se que apenas a presença dos computadores nas escolas não mudará o processo educacional atual. A inclusão dessa ferramenta em um ambiente formal de ensino pode até motivar os alunos, mas não há qualquer garantia de que aprendam de maneira mais significativa. Segundo Valente,

¹Para maiores informações, visitar a página do projeto: <http://www.uca.gov.br>

²Disponível em <<http://www.uca.gov.br/institucional/noticiasLei12249.jsp>>. Acesso em: 23 jan. 2012

A verdadeira função do aparato educacional não deve ser a de ensinar, mas sim a de criar condições de aprendizagem. Isto significa que o professor deve deixar de ser o repassador do conhecimento — o computador pode fazer isto e o faz muito mais eficientemente do que o professor — e passar a ser o criador de ambientes de aprendizagem e o facilitador do processo de desenvolvimento intelectual do aluno (VALENTE, 1993, p. 5).

Rezende (2002) propõe uma reflexão sobre a utilização das novas tecnologias da informação e da comunicação no processo educativo sob a perspectiva construtivista. Segundo a autora,

Os meios, por si sós, não são capazes de trazer contribuições para a área educacional e são ineficientes se usados como o ingrediente mais importante do processo educativo, ou sem a reflexão humana. Mesmo aqueles que defendem a tecnologia, proclamando apenas seus benefícios, deveriam considerar que a tecnologia educacional deve adequar-se às necessidades de determinado projeto político-pedagógico, colocando-se a serviço de seus objetivos e nunca os determinando (Ibid., p. 1).

É necessário que a inserção de novas tecnologias educacionais seja realizada em consonância com propostas metodológicas diferenciadas que proporcionem um maior aproveitamento de suas potencialidades e maior engajamento dos estudantes nos episódios de ensino. Algumas metodologias de ensino inovadoras vêm sendo empregadas com sucesso em âmbito internacional, para promover tal engajamento. Podemos destacar dois métodos: o *Just-in-Time Teaching* (NOVAK *et al.*, 1999) e, em especial, o *Peer Instruction* (MAZUR, 1997) ou “Instrução pelos Colegas”³ (IpC), em uma tradução livre.

O IpC foi proposto para o Ensino Superior em meados da década de 90 do século passado pelo Prof. Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA). Nos últimos anos, o método difundiu-se rapidamente pelo mundo, sendo atualmente empregado por centenas de professores em 23 países, com especial destaque para seu uso em universidades norte-americanas, canadenses e australianas (CROUCH *et al.*, 2007).

Esse método prevê que o professor limite a exposição inicial de um conceito ou conteúdo a não mais do que vinte minutos, quando então apresenta um Teste Conceitual⁴ de escolha múltipla, a ser respondido individualmente pelos alunos (em aproximadamente dois minutos) (MAZUR, 1997). As respostas dos alunos podem ser informadas ao professor de

³Usaremos, ao longo do presente trabalho, a tradução livre “Instrução pelos Colegas” para a expressão *Peer Instruction*.

⁴MAZUR (1997) cunhou o termo *ConceptTest* para designar os tipos particulares de testes conceituais usados no IpC.

diversas maneiras; entre elas encontram-se sistemas eletrônicos de respostas (*clickers*⁵), cartelas coloridas (*flashcards*), computadores e outros dispositivos eletrônicos conectados à Internet.

Caso a frequência de acertos se situe entre 35% e 70%, os alunos são orientados a formar pequenos grupos, preferencialmente com colegas que tenham optado no Teste Conceitual por alternativas diferentes, e discutir por cerca de três minutos, quando votam novamente. O objetivo é que os alunos reflitam individualmente e, depois, discutam em grupo suas respostas, antes de o professor informar qual é a correta. No próximo capítulo, a estrutura proposta para a etapa dos Testes Conceituais será apresentada em maiores detalhes.

Crouch *et al.* (2007) afirmam que é fundamental para o sucesso do método escolher Testes Conceituais adequados. As questões devem ser criadas, ou selecionadas, segundo as dificuldades dos alunos e é importante que abordem um único conceito relevante. Além disso, não devem testar a memória ou a simples substituição de números em equações.

Um dos fatores a ser avaliado, ao inserir o IpC em sala de aula, é qual sistema de votação utilizar. As cartelas coloridas, bem como o simples levantar de mãos, são opções que envolvem pouco ou nenhum investimento financeiro por parte das escolas. Lasry (2008) realizou um estudo a fim de comparar a eficácia do uso de sistemas de votação eletrônica (*clickers*) e cartelas coloridas (*flashcards*). Em termos de aprendizagem, os resultados encontrados foram os mesmos; entretanto, em termos de ensino, os *clickers* mostraram-se melhores por facilitarem a contagem das votações, por não permitirem que um estudante veja o que o outro está marcando no momento da votação e, também, por manterem um registro das opções individuais, que pode ser usado para acompanhar a evolução dos alunos em direção aos objetivos de aprendizagem. Apesar dos benefícios, os gastos para a aquisição de sistemas eletrônicos por parte das escolas não é desprezível e pode ser um empecilho para que o IpC chegue à sala de aula.

Dessa forma, faz-se relevante a busca por alternativas que facilitem a inovação pedagógica em sala de aula; particularmente, no caso deste trabalho, o emprego do IpC, através de recursos já disponíveis nas escolas. Tendo em vista o recente investimento na aquisição dos computadores do projeto UCA para as escolas, optamos por investigar suas potencialidades como sistema de votação eletrônica em ambiente de sala de aula, em um

⁵Espécie de controle remoto sem fio que se comunica com o computador do professor para registro das respostas dos alunos.

primeiro estudo. Em um segundo estudo, foram utilizados como sistema de votação cartelas coloridas, pois nem todas as escolas possuem computadores do projeto UCA, e as cartelas podem ser confeccionadas por qualquer professor interessado a custos baixos.

O objetivo geral que fundamenta nossos estudos é a investigação da prática de metodologias de ensino interativas, em específico o IpC, no contexto de uma escola brasileira. Para tal, a investigação foi subdividida em duas linhas; a primeira tencionou avaliar a receptividade e a motivação dos estudantes em relação ao método IpC, explorar a prática docente do IpC no âmbito escolar brasileiro e investigar a viabilidade do uso dos computadores do projeto UCA para a implementação do método. A segunda linha de investigação teve por objetivos investigar a prática do IpC por alunos em formação inicial do curso de Física Licenciatura e identificar quais os principais conflitos e dificuldades que o futuro professor, com pouca prática docente, encontra ao utilizar esse método.

Como questões norteadoras da presente investigação, adotamos:

- Em comparação com o ensino tradicional, quais os resultados obtidos através da implementação do método IpC em uma escola de ensino básico brasileira em termos da motivação para aprender Física, engajamento cognitivo e desempenho em Testes Conceituais por parte dos alunos?
- A discussão entre os colegas, no contexto de nossa pesquisa, promove a convergência para a resposta correta em testes conceituais, conforme apontado por alguns estudos na literatura?
- Como viabilizar o uso dos computadores do projeto governamental UCA como sistema de votação para o IpC?
- Quais os principais conflitos e dificuldades que professores principiantes encontram ao utilizar o IpC?
- Que vantagens e limitações são apontadas pelos professores quanto ao uso do IpC como estratégia didática?

Para o desenvolvimento de nosso trabalho, foi realizada uma revisão da literatura em revistas nacionais e internacionais focadas no ensino de Ciências. O Capítulo 2 apresenta os principais artigos em duas subseções distintas: a primeira busca apresentar o método IpC de maneira mais detalhada através dos principais artigos referentes a esse método; e a segunda subseção apresenta os principais artigos referentes à formação de professores.

O Capítulo 3 apresenta inicialmente o referencial teórico e, na sequência, apresenta o referencial metodológico adotado. Para analisarmos e sustentarmos teoricamente a inserção do IpC nos episódios de ensino, empregamos como fundamentação teórica a “Teoria da Educação” proposta por Gowin (GOWIN, 1981), também conhecida como “Modelo de Gowin” (MOREIRA, 2011). Considerando os objetivos do presente trabalho, o enfoque metodológico adotado, a fim de responder nossas questões de pesquisa, possui um caráter predominantemente qualitativo. Dentro do enfoque interpretativo de pesquisa, encontram-se diversas metodologias com características específicas. Escolhemos o estudo de caso como metodologia de pesquisa, com enfoque na perspectiva de Robert Yin (2005).

O Capítulo 4 apresenta os resultados dos estudos realizados em cada uma das linhas de investigação apresentadas anteriormente. A seção 4.1 apresenta os resultados do estudo de caso do tipo exploratório, ocorrido no segundo semestre de 2011, com uma turma do terceiro ano de Ensino Médio de uma escola pública federal de Porto Alegre composta por 34 estudantes, ao longo de uma sequência didática sobre tópicos de Eletromagnetismo, cujos objetivos inserem-se na primeira linha de investigação e cujos resultados já foram publicados (MÜLLER, *et al.*, 2012). A seção 4.2 apresenta os resultados dos estudos de caso, realizados no primeiro semestre de 2012, durante o período de regência da disciplina de estágio de docência de dois graduandos em Licenciatura em Física, cujos objetivos estão alinhados com a segunda linha de investigação.

No Capítulo 5 do presente trabalho, apresentamos as considerações finais. Buscamos sintetizar os principais resultados e expor uma análise cruzada dos dados obtidos através dos estudos, respondendo, dessa forma, nossas questões de pesquisa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A primeira parte desta seção é dedicada à descrição do método IpC, simultaneamente com os principais estudos sobre tal método, que foram levados em consideração no desenvolvimento da presente investigação. A segunda parte será destinada a apresentação de alguns artigos de pesquisa sobre a formação inicial de professores, tomados como relevantes para o desenvolvimento do trabalho.

2.1 O método *Peer Instruction*

O IpC é um método de ensino que tem como principal objetivo tornar as aulas mais interativas, distanciando-se assim do ensino tradicional, no qual os alunos, em geral, assumem uma postura passiva em sala de aula.

Conforme o próprio nome sugere, uma das ideias centrais do método é fazer com que os alunos interajam entre si ao longo das aulas, procurando explicar, uns aos outros, os conceitos estudados e aplicá-los na solução das questões conceituais apresentadas. Com isso, o método tenta ao máximo envolver ativamente os alunos na sua própria aprendizagem.

O método IpC, descrito por Mazur e Somer (1997) e Crouch *et al.*(2007), pode ser dividido em nove momentos principais:

1. Breve apresentação oral sobre os elementos centrais de um dado conceito ou teoria é feita por cerca de 20 minutos.
2. Uma pergunta conceitual, usualmente de múltipla escolha, denominada Teste Conceitual, é colocada aos alunos sobre o conceito (teoria) apresentado na exposição oral.
3. Os alunos têm entre um e dois minutos para pensarem individualmente, e em silêncio, sobre a questão apresentada formulando uma argumentação que justifique suas respostas.
4. Os estudantes, através de algum sistema de votação (e.g. *clickers*, *flashcards*),informam suas respostas ao professor.
5. De acordo com a distribuição de respostas, o professor pode passar para o passo seis (quando a frequência de acertos estiver entre 35% e 70%), ou diretamente para o passo nove (quando a frequência de acertos for superior a 70%).
6. Os alunos discutem a questão com seus colegas por cerca de dois minutos.
7. Os alunos votam novamente, de modo similar ao descrito no passo 4.

8. O professor tem um retorno sobre as respostas dos alunos após as discussões e pode apresentar o resultado da votação para os alunos.
9. O professor, então, explica a resposta da questão aos alunos e pode apresentar uma nova questão sobre o mesmo conceito ou passar ao próximo tópico da aula, voltando ao primeiro passo. Essa decisão dependerá do julgamento do professor sobre a adequação do entendimento atingido pelos estudantes a respeito do conteúdo abordado nas questões.

Obviamente, a maior potencialidade do método é alcançada quando as questões conceituais apresentadas pelo professor suscitam uma distribuição de frequências das respostas dos alunos entre 35% e 70% de acertos. Nesse caso, a turma é dividida em pequenos grupos (em média três alunos), para discutirem a questão conceitual. Nessa discussão é que se centra a aprendizagem pelos colegas.

Caso a frequência de acertos seja inferior a 35%, o professor pode optar por apresentar a resposta do Teste Conceitual, explicando novamente o conteúdo, visto que, possivelmente, os alunos não captaram corretamente o conceito apresentado na exposição inicial, ou há problemas na redação e/ou na composição da questão. Nessa situação, a discussão entre os colegas não gera ganhos de aprendizagem desejáveis.

Por outro lado, caso a frequência de acertos seja superior a 70%, o professor explica o Teste Conceitual, podendo fazer novos testes ou, passar para um novo tópico de sua sequência didática. Na Figura 1, temos um diagrama que sintetiza a aplicação do IpC.

A estrutura proposta pelo IpC para os episódios de ensino será alvo de investigação no segundo estudo da presente pesquisa. Mais especificamente, discutiremos quais as possíveis mudanças na estrutura do IpC, e sua eficiência, que os licenciandos implementaram em seus estágios docentes.

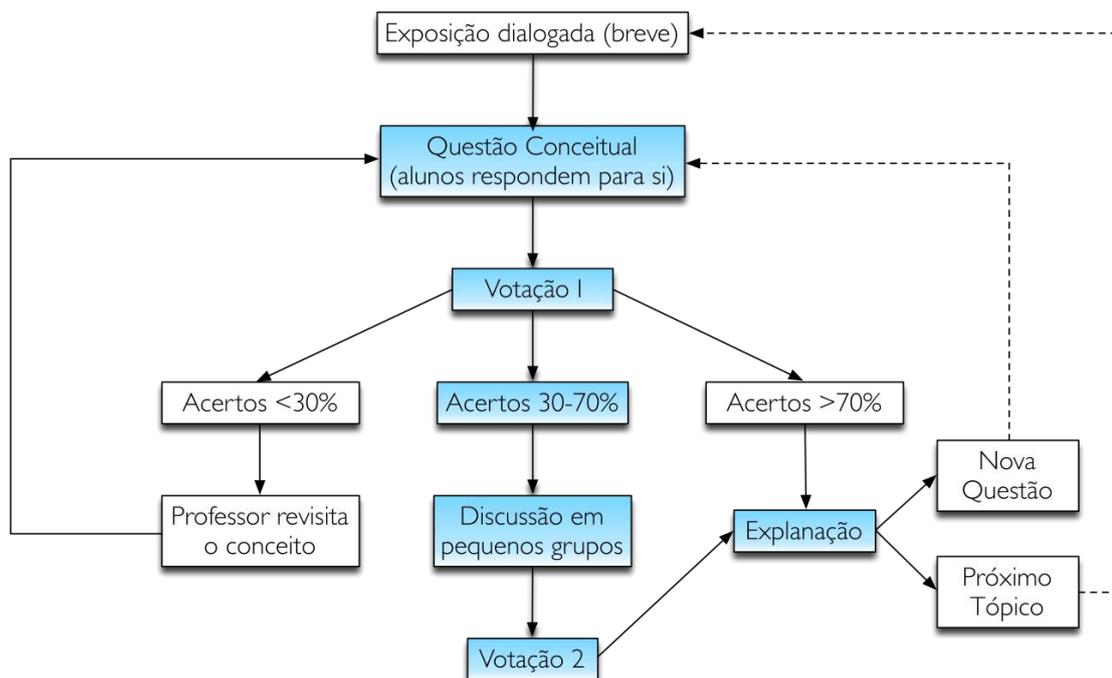


Figura 1– Diagrama do processo de implementação do método IpC (ARAÚJO e MAZUR - em fase de elaboração⁶)

Questões, cuidadosamente escolhidas, fornecem aos alunos a oportunidade para descobrirem e retificarem seus erros e, no decorrer do processo, proporcionam a aprendizagem de conceitos relevantes por meio das discussões entre colegas. Na medida do possível, os grupos devem ser organizados de modo que reúnam alunos que optaram por diferentes alternativas na questão conceitual. Nesse momento, há um processo de interação e convencimento entre os alunos; os que apresentam argumentos mais plausíveis encorajam os demais a substituir suas respostas.

Pesquisas apontam que, após a etapa da discussão entre colegas, há uma convergência para a resposta correta (MAZUR e SOMER, 1997; CROUCH *et al.*, 2007; CROUCH e MAZUR, 2001; BUTCHART *et al.*, 2009). Em nosso primeiro estudo, procuramos investigar a ocorrência da convergência para a resposta correta conforme os autores anteriormente citados relatam.

De maneira geral, expor o conteúdo conforme sugere o item 1 é complexo. Aulas expositivas exigem muito tempo e, frequentemente, não é possível abordar todos os tópicos necessários. Uma possibilidade para reduzir o tempo de exposição e, paralelamente, engajar

⁶ Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem de Física, de autoria de Araujo, I. V & Mazur, E., submetido ao Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Agosto de 2012.

ainda mais os estudantes no processo de aprendizagem, é amparar as aulas expositivas com o uso do *Just-in-Time Teaching* (JiTT), Ensino sob Medida (EsM), em uma tradução livre (NOVAK *et al.*, 1999).

O método tem por finalidade, além de auxiliar os estudantes a assumir a responsabilidade por sua aprendizagem, investigar as dificuldades prévias dos alunos, por meio de atividades realizadas anteriormente ao episódio de ensino. O EsM possibilita estruturar as atividades realizadas em sala de aula, aproveitando o tempo da exposição para tratar as dúvidas dos estudantes ao invés de aulas expositivas mais genéricas, que por muitas vezes não trazem benefícios aos estudantes.

Tal estruturação é realizada por meio de atividades de preparação para os episódios de ensino. Os estudantes tomam contato com materiais disponibilizados pela *web* (atividades de leitura, testes conceituais, etc.) e, ao realizarem as atividades propostas, fornecem um *feedback* ao professor quanto à aprendizagem dos conceitos envolvidos. O professor, ciente das dificuldades de seus estudantes, estrutura a atividade de ensino focando nas dúvidas conceituais reportadas. A Figura 2 apresenta uma síntese da implementação conjunta do EsM com o IpC.

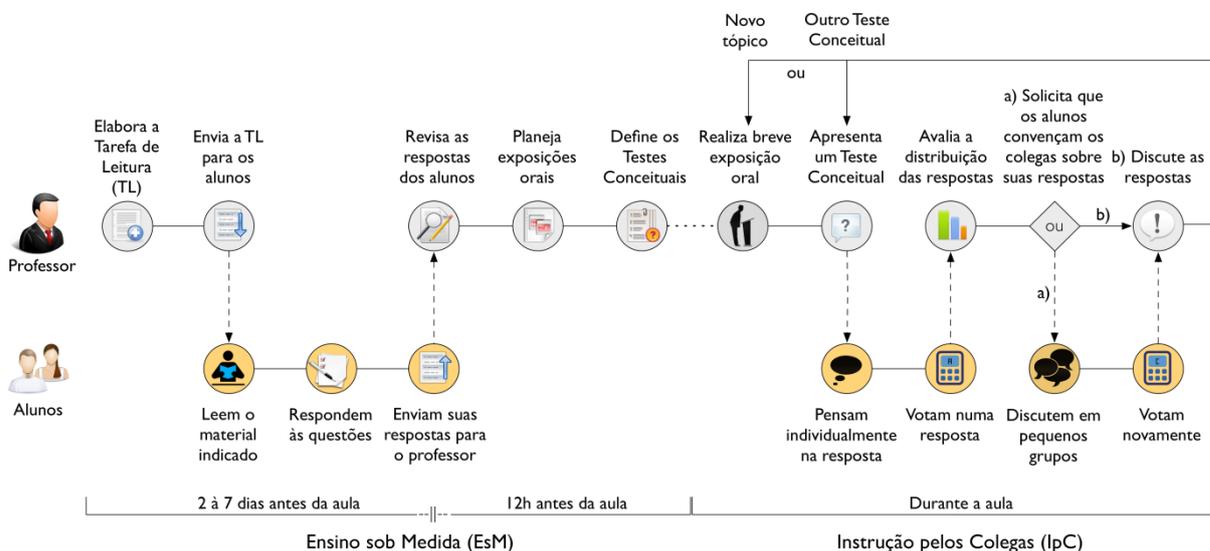


Figura 2– Linha de tempo do EsM e do IpC (ARAÚJO e MAZUR - em elaboração⁷)

Algumas pesquisas mostram que a aprendizagem torna-se ainda mais expressiva quando o EsM é utilizado em conjunto com o IpC (MAZUR e WATKINS, 2007; CROUCH

⁷ Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem de Física, de autoria de Araujo, I. V & Mazur, E., submetido ao Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Agosto de 2012.

et al., 2007; CROUCH e MAZUR, 2001). Segundo Novak e Middendorf (2004), quando os estudantes têm contato com materiais antes do episódio de ensino acabam por aprender mais com a exposição do professor. Nas palavras dos autores,

Em uma classe que utiliza o JiTT, os alunos constroem o mesmo conteúdo que em uma aula expositiva passiva, com dois importantes benefícios adicionais. Em primeiro lugar, tendo completado a tarefa on-line muito recentemente, eles entram na sala de aula prontos para participar ativamente das atividades. Em segundo lugar, eles têm um sentimento de propriedade do conhecimento, uma vez que a exposição interativa é baseada em sua própria compreensão das questões relevantes (Ibid., p. 3).

Desde a formulação inicial do IpC, eram previstas tarefas prévias às aulas, nas quais uma, ou mais seções de um livro-texto eram lidas pelos estudantes. Para garantir que a tarefa havia sido realizada, o professor aplicava *quizzes* no período de 20min antes da aula até 5min após seu início, valendo um percentual da nota final. Inicialmente, não havia o intuito de obter um *feedback* sobre as dificuldades do aluno, tampouco eram abertas possibilidades de perguntas sobre o conteúdo aos estudantes. O principal objetivo era garantir que os alunos, em algum momento, passassem pelos exemplos resolvidos dos livros-texto e acompanhassem os desenvolvimentos algébricos de equações que não mais seriam abordadas em aulas, pois foram retirados para abrir espaço para a discussão entre os alunos. Com o passar do tempo, as tarefas de leituras foram potencializadas pelo uso do EsM, que trouxe como possibilidade adicional conhecer as dificuldades manifestadas pelos alunos para preparar as aulas.

Apesar do IpC contar com tarefas de leituras prévias às aulas, convencionou-se, após seu uso conjunto com o EsM, que o IpC está relacionado com as atividades presenciais em sala de aula (i.e. breves exposições orais, aplicação de questões conceituais, votações, interações entre os pequenos grupos e explicações por parte do professor) e as atividades pré-classe estão relacionadas ao EsM. No presente trabalho, apenas a parte presencial foi analisada, tendo em vista que a realização de tarefas de leitura pré-classe exigiriam uma modificação muito grande na dinâmica já estabelecida pelo professor titular da disciplina do primeiro estudo e que tal atividade exigiria um trabalho mais árduo dos estagiários do segundo estudo.

Nos estudos desenvolvidos no presente trabalho, investigamos a prática docente de dois estudantes em formação inicial do curso de Licenciatura em Física que utilizaram o método IpC no período de regência da disciplina de estágio de docência. Dessa forma, buscamos na literatura trabalhos que relatam a experiência docente com o IpC. Entre os

artigos levantados, destacamos os trabalhos de Fagen e Crouch(2002), Turpen e Finkelstein (2007) e Dancy e Henderson (2010).

Fagen e Crouch(2002)reportaram resultados sobre um levantamento a respeito de experiências que 384 professores tiveram com o IpC. Para avaliar o sucesso da implementação do IpC, foi perguntado a esses professores se utilizariam o método novamente; 303 de 384 respondentes disseram que sim, 29 provavelmente e apenas sete não tinham planos de utilizar o IpC novamente. Entre as dificuldades reportadas pelos professores quanto ao uso do IpC, os autores destacam (Ibid.): 30% dos instrutores citam o tempo e a energia requerida para criar os Testes Conceituais como um impedimento (bons Testes Conceituais requerem grande esforço); 9% mencionam que a quantidade de conteúdos é um fator que dificulta o uso de muitos Testes Conceituais; 10% reduzem a quantidade de conteúdo para poder implementar o IpC ao longo de sua disciplina⁸.

Outro desafio é a resistência dos alunos ao uso do método (7% dos respondentes); segundo os professores, grande parte dos alunos não está acostumada a ter uma participação ativa nas aulas de ciências e acha que as discussões são um desperdício de tempo; 15 professores relataram certa persistência nessa resistência. Todavia, ao longo da experiência, tal obstáculo foi superado pelos estudantes ao perceberem os ganhos de aprendizagem que obtiveram através do uso do método. Os entrevistados relataram que uma alternativa é explicar minuciosamente o uso do IpC para seus alunos, bem como suas vantagens, a fim de motivar os estudantes.

A dificuldade em fazer com que os alunos participem ativamente nas discussões em aula foi apontada por 7% dos respondentes. Quase metade dos que explicitaram tal desafio dizem que é importante que o instrutor circule pela sala de aula durante a discussão dos grupos sobre os Testes Conceituais, ajudando, orientando e incentivando os alunos na discussão. Outra alternativa é fornecer uma nota de participação aos estudantes que se engajam nas discussões, ou ainda utilizar Testes Conceituais similares nos exames.

As dificuldades apresentadas no trabalho de Fagen e Crouch (Ibid.) servirão de base para investigarmos as principais dificuldades e conflitos com que nossos dois sujeitos de pesquisa defrontaram-se ao utilizar o IpC no estágio de docência. É de nossa intenção contrastar os resultados encontrados em nossa investigação com os resultados desse trabalho.

⁸Uma estratégia apontada pelos autores é utilizar o EsM, onde leituras e tarefas pré-aula podem ser incorporadas à sequência didática proposta.

Outro dado importante relatado pelos autores (Ibid.) é sobre o contexto do uso do IpC: 67% dos respondentes empregam o IpC em Universidades; 19% em faculdades de quatro anos; 3% em faculdades de dois anos; 3% em faculdades comunitárias (*community colleges*), 5% em instituições de educação básica e 3% em outros tipos de instituições. A baixa percentagem do uso do método IpC em instituições de ensino básico também pode ser percebida através da pouca literatura voltada para tal segmento de implementação. Entre os artigos levantados, apenas o trabalho de Cummings *et al.* (2008) reporta achados no contexto da educação básica. Dessa forma, nosso trabalho torna-se relevante ao investigar a inserção do IpC em um nível de ensino que é pouco investigado.

O estudo (Ibid.) apresenta os resultados com base em uma população de 213 estudantes do Ensino Médio que frequentavam cursos de Física, de diferentes níveis, ministrados por cinco instrutores diferentes. Os resultados mostram uma correlação entre o uso do IpC e uma melhor compreensão conceitual do aluno, demonstrada através do cálculo do ganho normalizado (pré-teste e pós-teste) em um instrumento de avaliação, o *Force Concept Inventory* (FCI). No entanto, há também uma série de outros fatores que influenciam fortemente os ganhos resultantes observados. Segundo os autores, os dados parecem indicar que os alunos que estão em cursos com maior exigência possuem um desempenho superior tanto no pré-teste quanto no pós-teste, obtendo ganhos mais elevados.

Outro fator reportado aponta que o tempo de serviço do instrutor possui influências no desempenho dos alunos; os instrutores com maior experiência didática foram os que obtiveram os piores índices de acertos nos Testes Conceituais. Os autores informam que uma possível explicação seja o nível dos Testes Conceituais escolhidos por tais instrutores, possivelmente acima do que os estudantes poderiam acompanhar. Além disso, havia dois professores com pouca experiência didática envolvidos no estudo, um alcançou o maior ganho do grupo e o outro obteve um ganho aproximadamente igual ao do professor com a maior experiência.

Turpene Finkelstein (2007) investigaram a prática do IpC feita por seis professores através de estudos de caso do tipo etnográfico. Foram levados em conta três aspectos referentes ao método: a finalidade das questões, o papel do professor durante as discussões e o papel das discussões entre os estudantes. Quanto à finalidade das questões, o número de questões utilizadas durante as aulas indica que há uma variação na sua finalidade; um dos professores utilizou, em média, nove questões durante as aulas; contudo, algumas dessas questões tinham o intuito de revisar alguns tópicos ou checar a compreensão de um conceito

específico, o que justifica a quantidade de questões apresentadas aos estudantes. O restante dos professores utilizou, em média, cinco questões por aula.

Durante as discussões, os professores adotaram posturas diferenciadas em relação a se afastarem do estrado onde se encontrava a sua mesa e andar entre os alunos. Três professores adotaram tal prática em, pelo menos, 60% das questões apresentadas; o restante utilizou, no máximo, em 10%. O tempo destinado pelos professores para interagir com os alunos também variou entre os casos estudados. Dois professores passaram, aproximadamente, 65% do tempo interagindo com os estudantes durante a discussão das questões, respondendo aos seus questionamentos; o restante utilizou tal prática durante, em média, 20% do tempo. Os professores que geralmente deixaram o estrado estavam mais propensos a responder a perguntas dos alunos, ou discutir ativamente com eles, do que os professores que quase nunca deixaram o estrado.

Após as discussões, os professores adotaram, resumidamente, duas atitudes: discutiam as alternativas incorretas da questão apresentada; e escutavam os argumentos dos estudantes durante a discussão da resposta da questão apresentada. Dois professores utilizaram as duas estratégias concomitantemente. Um professor utilizou, em todas as questões apresentadas, a estratégia de ouvir os argumentos dos estudantes, porém, fez pouco uso da arguição das respostas incorretas.

Segundo os autores (Ibid.), apesar de todos os seis professores terem implementado o IpC, há decisões influentes que eles fazem que distinguem as suas práticas. Investigar a prática docente do IpC é, dessa forma, relevante. É de nosso interesse investigar a prática docente do IpC de dois graduandos no curso de licenciatura na disciplina de estágio de docência. Procuraremos investigar quais estratégias adotadas pelos graduandos ao longo da implementação e as respectivas consequências para a prática docente do IpC.

Dancy e Henderson (2010) reportaram, em um levantamento realizado com 722 professores de Física, que 41% dos que utilizam o IpC (29% do total de respondentes) fazem modificações na sua estrutura, suprimindo elementos centrais. Tais elementos correspondem ao uso de questões conceituais e subsequentes votações realizadas pelos alunos, e as discussões em pequenos grupos entre os estudantes de problemas qualitativos e/ou conceituais.

Em relação aos sistemas de votação utilizados nos Testes Conceituais, o trabalho de Lasry (2008) aponta que não há diferenças significativas nos resultados, conforme já

comentado, em termos de aprendizagem, quando se compara o uso de *clickers* ou *flashcards*. Contudo, os *clickers* facilitam a contagem das votações, não permitem que um estudante veja o que o outro está marcando no momento da votação e, também, mantêm um registro das opções individuais. O autor afirma que, apesar dos benefícios, a aquisição de sistemas eletrônicos por parte das escolas envolve gastos significativos e pode ser um empecilho para que o IpC chegue à sala de aula. A opção mais utilizada, nesses casos, são os *flashcards*. Em nossa investigação, utilizamos dois tipos de sistema de votação para a implementação do IpC; no primeiro estudo, os computadores do projeto UCA e, no segundo estudo, os estudantes de licenciatura, futuros professores, utilizaram *flashcards*. Não está prevista, na presente dissertação, uma análise comparativa entre os ganhos de aprendizagem propiciados pelos diferentes sistemas de votação utilizados ao longo da pesquisa.

Alguns trabalhos procuraram investigar as atitudes de alunos frente ao uso do IpC, e servem de referência para nosso primeiro estudo. Nicol e Boyle (2003) investigaram quais as percepções dos estudantes, em relação a sua compreensão dos conceitos abordados durante as aulas e a sua motivação, quando duas estratégias que envolvem discussão entre os estudantes, em pequenos grupos e em grandes grupos, são adotadas. A sequência didática, investigada nesse estudo, era dividida em cinco partes. A primeira parte durou cinco semanas e tinha por objetivo apresentar um panorama da disciplina e uma revisão, bem como novos conteúdos; nas duas semanas seguintes, foi utilizada a estratégia de discussões em grande grupo. A terceira parte teve duração de uma semana e serviu para apresentar materiais extras e resolução de problemas. Nas duas semanas seguintes, foi utilizado as discussões em pequenos grupos, de acordo com a estrutura proposta pelo IpC⁹. Ao final, os alunos contaram com uma semana de apresentação de novos materiais e resolução de problemas.

Segundo os autores (Ibid.), todos os alunos relataram que os métodos de ensino utilizados em sala de aula (IpC e discussão em grande grupo) ajudaram a melhorar a sua compreensão de conceitos difíceis, quando comparado com aulas teóricas tradicionais. As razões que eles apresentaram incluíram: uma participação mais ativa na aprendizagem, mais tempo para pensar e refletir em sala de aula (quando Testes Conceituais são apresentados). Os aspectos motivacionais incluíram: receber um *feedback* imediato de aprendizagem e o sentimento que a instrução era adaptada às suas necessidades de aprendizagem.

⁹ Nesse estudo, a estrutura proposta pelo IpC para a etapa dos Testes Conceituais foi utilizada, conforme apresentada na Figura 1. A etapa de preparação antes das aulas, bem como o tempo de exposição do conceito não foram mencionados.

A discussão entre os colegas é comum a ambas estratégias (para o IpC e a discussão em grandes grupos). Segundo os autores (Ibid.), todos os alunos relataram que o diálogo com os estudantes foi central para o desenvolvimento de sua compreensão dos conceitos e ideias. A discussão entre os colegas proporcionou oportunidades para pensar sobre o problema com mais detalhes, para explorar pontos de vista alternativos e para pedir e ouvir explicações diferentes. Contudo, alguns alunos citaram que, em algumas ocasiões, alguns alunos dominaram as discussões e, que quando essas se tornam longas, o foco da questão era perdido e acabava gerando confusão. Dessa forma, os alunos afirmaram que era importante o professor explicar claramente a resposta correta depois da discussão.

Resultados similares são apresentados por Butchart *et al.* (2009) que, ao avaliar o uso do IpC em turmas de Filosofia, aplicaram um questionário de atitudes dos alunos frente às vantagens e desvantagens do método. As atitudes dos alunos com relação ao IpC são positivas. Eles argumentaram que o método torna as aulas mais interessantes, que eles prestavam mais atenção nelas, que o *feedback da* aprendizagem era importante e que, segundo eles, o IpC melhorava a compreensão dos conteúdos. Os alunos ainda concordaram que o uso dos Testes Conceituais, bem como as discussões, os auxiliou a compreender mais eficientemente as explicações do professor.

Segundo os autores (Ibid.), o engajamento dos estudantes nas votações foi positivo; entre 94% e 100% dos alunos votaram nas questões. Contudo, eles argumentam que o número de votantes nem sempre coincidiu com o total de alunos, visto que muitos não se sentiam à vontade para expressar a sua opinião através de *flashcards*, que não garantia o anonimato das respostas.

Os artigos apresentados anteriormente deram suporte ao desenvolvimento do presente trabalho quanto ao método IpC. A literatura que envolve o uso do método é vasta; entretanto, foge o escopo desta dissertação apresentar toda a produção referente ao método. Desse modo, focamos nossa exposição em artigos que reportam: a estrutura do método, os resultados da experiência de seu uso por outros professores e o uso no contexto da educação básica.

2.2 A formação de professores

A pesquisa sobre formação de professores de Ciências e Física ganhou grande destaque nos últimos anos, tanto no Brasil quanto no exterior. Muitos pesquisadores empenham-se em estudar as relações entre a formação e a prática docente. Aqui destacamos

os artigos de Rezende *et al.* (2009) e Passos *et al.* (2010), por fornecerem uma visão geral da área de formação de professores no Brasil, assim como alguns estudos específicos que se referem às dificuldades e conflitos vivenciados por graduandos de cursos de licenciatura ao se defrontarem com o estágio docente, que foram de extrema valia na presente investigação.

Rezende *et al.* (2009) realizaram um levantamento dos artigos publicados entre os anos 2000 e 2007, com foco na área de ensino de Física, nas seguintes revistas: *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Revista Brasileira de Ensino de Física*; *Revista Ciência & Educação*, *Revista Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*; *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* e *A Física na Escola*.

A classificação feita pelas autoras baseou-se em uma composição das principais temáticas utilizadas nas últimas edições do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física e no Simpósio Nacional de Ensino de Física. Do total de artigos levantados, três categorias se destacaram em número de publicações, sendo elas: Ensino-aprendizagem de Física (total de publicações: 100); Formação do professor de Física (total de publicações: 13); Filosofia, história e sociologia da ciência no ensino de Física (total de publicações: 18).

O baixo número de publicações na temática formação do professor de Física indica um campo promissor a ser explorado em projetos de pesquisa na área de ensino de Física. Nosso trabalho, segundo a classificação proposta pelas autoras, estaria dentro das categorias Ensino-aprendizagem de Física e Formação do professor de Física.

Passos *et al.* (2010) apresentam uma análise de artigos sobre formação de professores, publicados em periódicos da área de Ensino de Ciências no Brasil, no período de 1979 a 2007. Os periódicos que fizeram parte da revisão são: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Dos 2139 artigos publicados nos periódicos selecionados para o estudo, no período analisado, 474 versam sobre formação de professores.

Os autores propuseram uma categorização dos artigos em seis grandes grupos, a saber: *Ação docente*; *Atributos docentes*; *Constituição docente*; *Identidade docente*; *Profissão docente*; *Saberes docentes*. Na categoria *Ação docente*, encontram-se as atitudes, o fazer do professor referente ao seu exercício profissional e à sua prática cotidiana de sala de aula, que pode ser educativa, instrucional, interdisciplinar, reflexiva. A categoria *Atributos docentes* engloba as características subjetivas dos professores: seus conflitos, suas preferências, sua

motivação e seu perfil profissional, aspectos esses relacionados à história de vida de cada indivíduo.

A categoria que trata da *Constituição formativa do docente* é abrangente; nela estão inseridos os processos que constituem o professor como tal, como a sua formação inicial, básica, acadêmica e os aspectos a ela relacionados; ou, ainda os cursos, as oficinas, as atualizações que fazem parte do desenvolvimento profissional dos professores e que ocorrem de forma continuada ou permanente. A *Identidade docente* envolve o conjunto de características próprias pelo qual se reconhece o professor: formador, pesquisador, licenciando, do ensino básico ou do ensino superior.

A quinta categoria, *Profissão docente*, está relacionada com as considerações a respeito da carreira e das funções docentes, isto é, do papel do educador nas formações sociais. Por fim, na sexta categoria, *Saberes docentes*, encerram-se as concepções, os conhecimentos, as convicções, as crenças, as experiências, ou seja, os saberes dos professores relacionados à sua profissão (Ibid., p. 236).

Dentro dessa classificação, nosso trabalho está em sintonia com quatro das seis categorias, sendo elas: *Ação docente*; *Atributos docentes*; *Constituição docente*; *Saberes docentes*. Estamos preocupados com a ação docente, ou seja, a prática docente de professores em formação inicial e continuada. Além disso, buscamos investigar crenças e atitudes dos professores frente a metodologias de ensino, bem como implicações de suas formações na prática docente.

Visto que a presente investigação teve como foco licenciandos matriculados na disciplina de estágio de docência, passamos a discutir artigos que também tiveram por alvo tal população.

Camargo e Nardi (2003) relataram os resultados de pesquisa que objetivou analisar o impacto de uma disciplina de “Prática de Ensino de Física” na atuação de um grupo de licenciandos, no período de estágio de regência. Através de alguns fragmentos de um dos relatórios analisados, o artigo mostrou que a ideologia implícita nas atitudes pedagógicas dos licenciandos, em geral, reforça o paradigma da racionalidade técnica, ou seja, as práticas dos estagiários, muitas vezes, consistem na aplicação de técnicas e teorias oriundas da pesquisa sistemática, preferencialmente científica, para solução de problemas instrumentais da prática.

Sob essa perspectiva, esta dissertação procurará discutir até que ponto a prática do IpC, pelos estagiários, encaixa-se em uma prática técnica e/ou em uma prática reflexiva

(SCHÖN, 1997). O intuito é investigar se a escolha do IpC como método, bem como sua prática e os problemas/soluções encontradas pelos estagiários às situações dos episódios de ensino, estão auxiliando na formação de profissionais com perfis predominantemente reflexivos ou tecnicistas.

Para Schön (1997), um professor reflexivo permite-se ser surpreendido pelo que o aluno faz. Na sequência, reflete sobre esse fato procurando compreender a razão por que foi surpreendido. Busca, então, uma reformulação do problema suscitado pela situação a fim de criar novas hipóteses e, posteriormente, testá-las. A esse processo o autor chama de *reflexão-na-ação*.

O processo de *reflexão-na-ação* não é algo explicitado através de palavras. Apenas após o episódio de ensino, quando o professor reflexivo olha retrospectivamente para a situação e começa a refletir *sobre areflexão-na-ação*, é que o processo pode ser explicitado. Dessa forma, a análise dos relatórios de estágio é de extrema importância a fim de investigar se tal processo foi realizado por nossos sujeitos de pesquisa.

Sob a perspectiva dos conflitos e dificuldades vivenciados pelos estagiários, esta dissertação se ancora no trabalho de Beach & Pearson (1998), que investigaram os tipos de conflitos que professores em formação inicial enfrentam no período de pré-serviço (estágio de docência). Segundo os autores, existem quatro tipos fundamentais de conflitos:

- **Conflitos pessoais (*interpersonalrelationships*):** os participantes desse estudo referiam-se aos conflitos e tensões em suas relações com os estudantes, os professores e os administradores. Em alguns casos, tal conflito surgia quando os estagiários não conseguiam progresso com os estudantes, quando discordavam de práticas institucionais ou quando não recebiam suporte de outros professores.
- **Conflitos de instrução (*curriculum andinstruction*):** os participantes do estudo relataram conflitos relacionados às questões de ensino. Tal conflito surgia quando os estagiários se dedicavam na preparação dos episódios de ensino, todavia, os resultados ficavam aquém do desejado; principalmente relacionados à falta de engajamento dos estudantes.
- **Conflitos de papel (*self-conceptor role*):** os participantes relataram seus conflitos em relação ao seu papel (autoconceito) por encontrarem-se em uma fase de transição entre ser “estudante” e ser “professor”. Além disso, os participantes

relataram seus problemas de relacionamento com os estudantes, a dicotomia entre ser “amigável” e ser uma figura de “autoridade”.

- **Conflitos institucionais (*contextual and institucional*):** os participantes do estudo expressaram suas preocupações relacionadas aos programas das universidades, bem como diferenças de atitudes relacionadas ao ensino de seus professores universitários e do sistema escolar em que estavam inseridos.

Nesse mesmo estudo, os autores (Ibid.) propõem uma categorização de estratégias utilizadas pelos estagiários para solucionar tais conflitos:

- **Estratégias de nível I:** caracterizam-se pela negação, rejeição, afastamento dos conflitos. Os estagiários, geralmente, evitam lidar com os conflitos e as tensões e acabam descrevendo sua experiência como positiva, quase de maneira idealizada.
- **Estratégias de nível II:** caracterizam-se por soluções para os conflitos com consequências de curto prazo. Geralmente são formuladas para mudar fatores externos – disciplinando o desrespeito dos estudantes ou revisando o planejamento de uma aula problemática. Contudo, tais estratégias não produzem questionamentos significativos de suas crenças e práticas educacionais.
- **Estratégias de nível III:** caracterizam-se pela implementação de soluções com consequências de longo prazo. Há um questionamento mais profundo em relação às crenças educacionais e às teorias de ensino. A prática é refletida de maneira mais crítica e as concepções dos estagiários influenciam na mudança da postura frente aos conflitos que surgem.

À luz das ideias de Beach & Pearson (1998), Bejarano e Carvalho (2003, 2004) examinaram quais os principais conflitos e preocupações educacionais que surgiam no período de estágio de docência de dois professores de Física em formação, bem como as estratégias que usavam para enfrentar essas situações. Segundo os autores (Ibid.), professores iniciantes podem também desenvolver conflitos nas suas primeiras experiências com o ensino, nos seus primeiros anos como professores, ou ainda na condição de participantes dos programas de pré-serviço (estágio de docência). Deste modo, faz-se relevante investigar quais são os principais conflitos que surgem e as consequências dos mesmos na prática docente futura.

Ao se investigar a prática de professores inexperientes em seu período de pré-serviço, tensões e conflitos manifestam-se, e procurar relações entre esses conflitos e as estratégias

adotadas para vencê-los parece ser fundamental para se compreender o complexo contexto que um episódio de ensino enseja. Nos estudos desenvolvidos no presente trabalho, investigamos os principais conflitos que dois estudantes em formação inicial do curso de Física Licenciatura enfrentaram ao utilizar o método IpC no período de regência da disciplina de estágio de docência. Procuraremos discutir se houve relação entre os conflitos acima descritos e as situações que nossos sujeitos de pesquisa enfrentaram ao longo dos estudos realizados.

Conforme afirmamos no início do capítulo, a revisão da literatura que apresentamos aqui não exaure, de maneira alguma, a vasta produção na área de formação de professores, tampouco na área de pesquisa referente ao método IpC. Nosso objetivo foi mostrar um panorama geral através de referências representativas e que se mostram intimamente atreladas ao trabalho proposto. No capítulo a seguir, apresentamos o referencial teórico e metodológico adotado na investigação apresentada nesta dissertação.

3. REFERENCIAIS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

Neste capítulo apresentaremos os referenciais que embasaram a nossa investigação: a Teoria da Educação de Gowin (1981), utilizada como referencial teórico; e o estudo de caso segundo o enfoque de Yin (2005), como referencial metodológico.

3.1 Referencial teórico: a Teoria da Educação de Gowin

Para analisarmos e sustentarmos teoricamente a inserção do IpC nos episódios de ensino, propomos como fundamentação teórica a “Teoria da Educação” proposta por Gowin (GOWIN, 1981), também conhecida como “Modelo de Gowin” (MOREIRA, 2011).

3.1.1 O Modelo de Gowin

Eventos educativos são constituídos por seres humanos, os quais possuem uma bagagem, um passado que influencia suas ações presentes. Desse modo, a educação não começa a partir de uma “tabula rasa” e, portanto, educar na verdade significa reeducar, reconstruir uma estrutura pré-existente. Tais constatações pertencem ao fenômeno de interesse da educação e, devido às suas características, são mutáveis e são produtos da escolha e da ação deliberada.

Para que se possa sustentar teoricamente um evento tão complexo, faz-se necessária uma teoria da educação. Compreender quais são os fatores constituintes de tais eventos, bem como suas relações, é papel central da obra de Gowin. Para Gowin,

Nós precisamos de uma teoria da educação. Uma teoria da educação pode ser construída, mas deverá ser uma teoria no sentido exato de uma teoria científica. Uma teoria da educação irá ajudar a dar significados aos eventos educativos. O evento principal é um professor ensinando um material potencialmente significativo para um estudante que capta seus significados em um contexto social (GOWIN, 1981, p.28).

O ensino é, por conseguinte, um evento social de compartilhamento de significados. Tal ato somente é possível porque tais significados podem ser compartilhados entre as pessoas (e são construídos por elas). A educação, de acordo com sua concepção, possui uma estrutura composta de quatro lugares comuns, os quais são incomensuráveis entre si e possuem a mesma importância. São esses: o **Professor**, o **Aprendiz**, o **Material Educativo (ou Currículo)** e o **Contexto** (Ibid.).

Os quatro lugares comuns relacionam-se e fornecem estrutura aos episódios de ensino. O professor, o aprendiz (aluno) e o material educativo se relacionam de maneira triádica em um contexto social no qual o evento educativo ocorre. Na Figura 3, apresentamos um esquema representativo dessa situação.

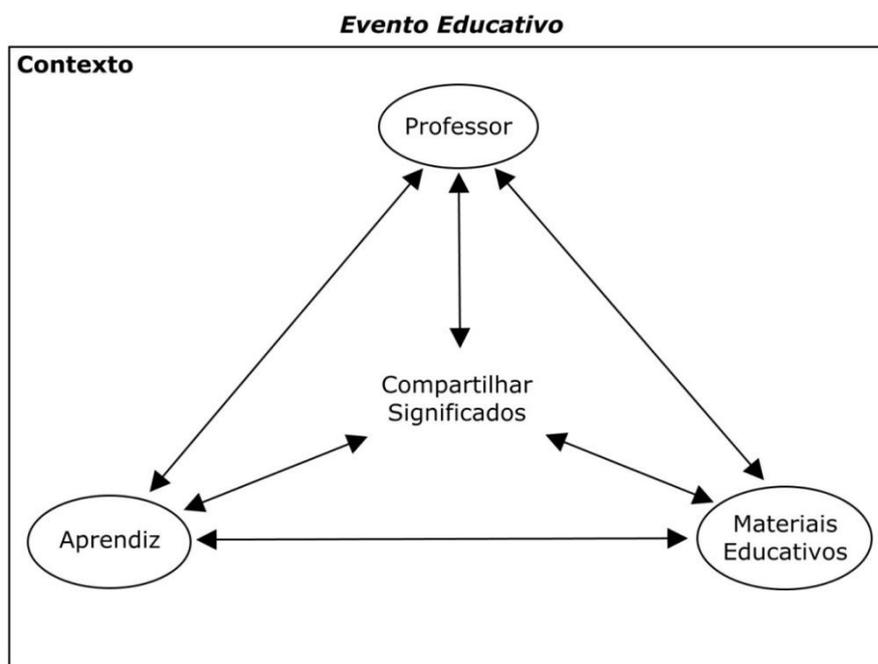


Figura 3 – Modelo Triádico de Gowin (Adaptado de Moreira, 2011).

O modelo triádico de Gowin é estruturado a partir de relações diádicas entre professor, aprendiz e material educativo. Segundo Gowin, temos as seguintes relações diádicas (Ibid., p. 74): Professor – Materiais Educativos; Professor – Aprendiz; Aprendiz – Aprendiz; Professor – Professor; Aprendiz – Material educativo.

Segundo Gowin, “ensinar é a tentativa deliberada de modificar os significados da experiência do aluno, e o aluno deve compreender o significado depois de tentar intencionalmente aprender algo novo” (Ibid., p. 42). Para ele, aprender não é apenas um processo cognitivo pois, na educação, devemos nos preocupar com outros aspectos intrínsecos ao ser humano, tais como o “sentir”, o “agir” e o “pensar”. Em um evento educativo, devemos nos preocupar com o sentir, tendo em vista que é esse que colabora na reorganização dos significados. Além disso, o estudante deve apresentar a intenção de aprender, esse fator é determinante no processo educacional.

A conexão entre o “sentir” e o “dar significado” adjetivam o conceito de “valor”. Para o autor, o ápice do momento educacional ocorre quando o compreender os significados e o

sentir tais significados acontecem integradamente. A aprendizagem é significativa¹⁰ quando gera conexões com a experiência, quando conecta o aspecto individual e o social. No âmbito individual, temos o sentir, o agir e pensar; e no âmbito social temos os significados socialmente aceitos em um determinado contexto.

Dessa forma, em uma situação de ensino, o professor apresenta ao aluno os significados já compartilhados pela comunidade a respeito dos materiais educativos, por exemplo, um conceito físico como o conceito de potencial elétrico. O aluno deve devolver ao professor, de alguma forma, os significados que captou. Se o compartilhar significados não for alcançado, ou seja, se o professor e os alunos possuem significados diferentes para um mesmo conceito, ele deve apresentar, outra vez e, preferencialmente de outra maneira, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino. O aluno deve externalizar novamente os significados que captou.

Esse processo continua até que os significados dos materiais educativos do currículo que o aluno capta sejam aqueles que o professor pretende que eles tenham para o aluno. Segundo Gowin, “o episódio de ensino se consuma quando o significado do material educativo compreendido pelos estudantes é o mesmo que o professor pretende que tenha para os mesmos” (Ibid., p.81).

A seguir, apresentaremos os quatro lugares comuns (aprendiz, professor, currículo e contexto) pertencentes ao modelo proposto por Gowin, em maiores detalhes.

3.1.1.1 O Aprendiz (e a Aprendizagem)

Segundo o autor “aprender no contexto da educação é um processo sob o controle deliberado do aprendiz” (Ibid., p.48). Além disso, “o aprendiz é a causa eficiente da aprendizagem” (Ibid.). Não há aprendizagem sem aprendiz e, nessa acepção, tão pouco aprendiz sem o processo de aprendizagem.

A relação dual existe apenas sob a condição de que o aprendiz deve *querer* aprender algo. A liberdade expressa anteriormente é central no processo de aprendizagem, bem como nos eventos educativos. Aprendizes possuem liberdade de escolha (de querer aprender, de querer dar significância ao que foi compartilhado no evento educativo, etc.).

¹⁰ O termo aprendizagem significativa também foi utilizado pelo teórico humanista Carl Rogers e possui diferenças do termo aprendizagem significativa, cunhado por David Ausubel.

Dessa forma, as responsabilidades de professores e alunos no processo de ensino são distintas. O professor tem a responsabilidade de verificar se os significados que o aluno capta são aqueles compartilhados pela comunidade (dentro de um contexto). O aluno, por sua vez, é responsável, primeiramente, por querer aprender o que o professor quer ensinar. Passada tal etapa, é responsável por averiguar se os significados que captou são os mesmos que o professor pretendia que captasse. Apenas após o compartilhamento de significados, o aluno está pronto para decidir se quer dar sentido aos mesmos. Segundo o autor,

Dar sentido, compreendê-lo, fornece a ponte para uma possível aprendizagem. Podemos aprender os sentidos daquilo que nós compreendemos. Além disso, o estudante escolhe voluntariamente e deliberadamente tentar encaixar o novo significado compreendido ao que ele já conhece (Ibid., p.52).

O contínuo processo de dar sentido às situações de ensino, mais especificadamente aos significados compartilhados nos eventos educativos, leva à liberdade do aprendiz. Quando o aluno já possui discernimento do que gostaria de aprender e como gostaria de fazê-lo, é possível que escolha aprender por si só (*self-educating*). Tal situação é chamada *aprender a aprender*, ponto crucial da concepção humanista da aprendizagem presente no aporte teórico de Gowin.

As relações diádicas possíveis ao aprendiz, inclusas no modelo proposto por Gowin, são: *aprendiz – professor*, *aprendiz – currículo* e *aprendiz – aprendiz*. A relação diádica entre aprendiz e professor consiste, basicamente, no compartilhamento dos significados pertencentes ao material educativo, cada um com responsabilidades distintas nesse processo.

Todavia, tal relação diádica pode tornar-se autocontida e, por consequência, acabar degenerando a relação triádica. Tal situação acontece, por exemplo, quando o professor fornece apenas as informações necessárias aos alunos para que os mesmos continuem escravos do processo educativo. Em outras palavras, quando o professor torna-se uma espécie de ditador do processo educativo, não permitindo a liberdade de seus alunos.

A relação *aprendiz – aprendiz* poder tornar-se tanto educativa, quanto não educativa (*miseducative*). Segundo o autor, situações de sala de aula opressivas fazem com que os estudantes, muitas vezes, desistam do processo de aprendizagem. Essas situações são ocasionadas pelos próprios estudantes. Todavia, as contribuições dos colegas podem colaborar positivamente para a tríade, visto que muitas vezes alunos assumem o papel de professor.

A relação entre o aprendiz e o currículo (ou materiais educativos) é educativa quando os alunos tentam captar seus respectivos significados. Entretanto, a relação passa a ser não harmoniosa quando os estudantes, por exemplo, utilizam materiais para sobressaírem-se sobre outros estudantes, utilizando tal conhecimento de maneira instrumental.

Em síntese, é indispensável buscar uma relação harmoniosa entre as relações diádicas, sendo cada uma delas igualmente importantes para a relação triádica e, por consequência, para o evento educativo. Segundo Gowin, “eventos educativos são artefatuais e mutáveis. Eles são deliberadamente produzidos por seres humanos. Para existir, dependem dos padrões culturais, nos quais seus agentes relacionam-se entre si” (Ibid., p.123).

3.1.1.2 O Professor (e o Ensino)

O professor é a causa eficiente do ato de ensinar. Segundo Gowin, ensinar “é o processo intencional de tentar fazer com que outra pessoa faça algo, ou pense sobre algo, que esta pessoa não pode fazer, atualmente, por si só” (Ibid., p.53).

Ensinar (ou o ensino) modifica a experiência humana através de uma intervenção. Todavia, o autor critica uma posição autoritária das intervenções. Faz-se necessário que tal interferência ocorra de comum acordo entre as partes constituintes do processo educacional.

O ensino é central no modelo proposto por Gowin. Segundo o autor, “não podemos ter educação sem ensino” (Ibid., p. 62). Ensinar é o ato de compartilhar significados, os quais pertencem a um contexto específico. Essa ação possui duas partes constituintes, professor e aprendiz, que possuem diferentes responsabilidades¹¹.

Conforme mencionado anteriormente, o professor possui o dever de verificar se o aprendiz compartilha os significados que o material educativo possui, e que ele, professor, quer que o aprendiz compartilhe. Indubitavelmente, para que esse ato de compartilhar significados ocorra, o aluno deve querer compartilhá-los; além disso, faz-se necessário um ambiente de sala de aula receptivo a essa ação¹².

A concepção de ensino e aprendizagem de Gowin está em sintonia com a teoria proposta por Carl Rogers (1969). A abordagem de Carl Rogers é, essencialmente, humanista e visa à aprendizagem pela pessoa como um todo, a qual transcende e engloba os três tipos de aprendizagem (cognitiva, afetiva e psicomotora).

¹¹ As responsabilidades dos aprendizes já foram reportadas na subseção anterior.

¹² Através de metodologias de ensino diferenciadas.

Entre os princípios propostos por Rogers, Gowin incorporou à sua teoria os seguintes:

- *A aprendizagem significativa ocorre quando a matéria de ensino é percebida pelo aluno como relevante para seus próprios objetivos;*
- *A aprendizagem é facilitada quando o aluno participa responsavelmente do processo de aprendizagem;*
- *A aprendizagem socialmente mais útil, no mundo moderno, é a do próprio processo de aprender, uma contínua abertura à experiência e à incorporação, dentro de si mesmo, do processo de mudança.*

É importante destacar que em seu livro *Educating* (Ibid.), Gowin não destacou tais princípios em parte alguma. Todavia, ao analisar suas concepções sobre educação, tornam-se claras as conexões entre os dois aportes teóricos.

O modelo triádico proposto por Gowin contém relações diádicas entre professor, aprendiz e currículo. Na subseção anterior, apresentamos três relações diádicas (*aprendiz – aprendiz, aprendiz – professor e aprendiz – currículo*); outra relação é possível: *professor – currículo*.

A relação entre o professor e o currículo (material educativo) é de extrema importância. É evidente que o professor deve saber/compreender o conteúdo, visto que passou alguns anos em cursos preparatórios para poder exercer a profissão. Desse modo, o professor é responsável por adaptar e avaliar, sob a perspectiva de sua formação, os materiais instrucionais que serão utilizados nos eventos educativos; deve ser capaz de transformar os materiais educacionais, os quais pertencem a um campo de conhecimento específico (ou campo conceitual), denominado por Gowin de XYZ, em um material potencialmente educativo para o aluno, denominado de ABC. Tal tarefa não é fácil e, quando o professor não é capaz de absorver e transformar tais materiais, ou quando sua relação com o conhecimento é exclusiva, ou seja, os alunos não são capazes de acompanhar a estrutura do conteúdo apresentada, sua relação diádica torna-se degenerativa para a tríade.

3.1.1.3 Currículo

O currículo é composto pelos materiais educativos, os quais pertencem a campos conceituais específicos, e possui uma estrutura, a qual o autor define como *estrutura do conhecimento*. Em suas palavras:

Qualquer conjunto de materiais curriculares deve tornar óbvio e claro essa estrutura de conhecimento. A estrutura mais simples do conhecimento é a relação integrada entre conceitos, eventos e fatos. Tais estruturas são muito úteis para os professores em suas diversas tarefas de organização do conhecimento para o ensino. Tais estruturas também são úteis para os trabalhadores do currículo, visto que são eles que tomam decisões sobre quais os que serão selecionados e quais serão rejeitados. Além disso, os alunos, em sua aprendizagem, captam a ideia de que o conhecimento tem estrutura, experimentam a facilidade que vem com a obtenção de conhecimento desta forma e experimentam a base fundamental para a aprendizagem subsequente (Ibid., p.88).

Para auxiliar na compreensão da estrutura conceitual, Gowin propõe dois instrumentos: aos *Mapas Conceituais*¹³ e o *Diagrama Vê*¹⁴. Os mapas conceituais foram mais trabalhados pelo teórico Joseph Novak e, assim como os diagramas Vê, não foram usados no presente trabalho.

O conhecimento possui uma estrutura de partes e relações entre as partes. Dessa forma, o Diagrama Vê foi projetado com o intuito de ajudar a compreender a estrutura conceitual do conhecimento.

Sua composição lembra um vê (de fato é um grande vê), cujo vértice aponta para uma situação da realidade, um evento que dá suporte ao restante. No lado esquerdo do vê, tem-se o domínio conceitual, o qual é composto por: *filosofia (ou visões de mundo), teoria(s), princípios e conceitos*. No lado direito do vê, tem-se o domínio metodológico (ou domínio factual), composto por: *registros, transformações, asserção de conhecimento e asserção de valor*.

Na Figura 4 mostra a estrutura do Vê de Gowin com seus principais componentes.

¹³ Atualmente, o teórico Joseph Novak é o maior difusor do uso dos Mapas Conceituais.

¹⁴ Gowin é, atualmente, mais conhecido pelo seu trabalho com os diagramas Vê.

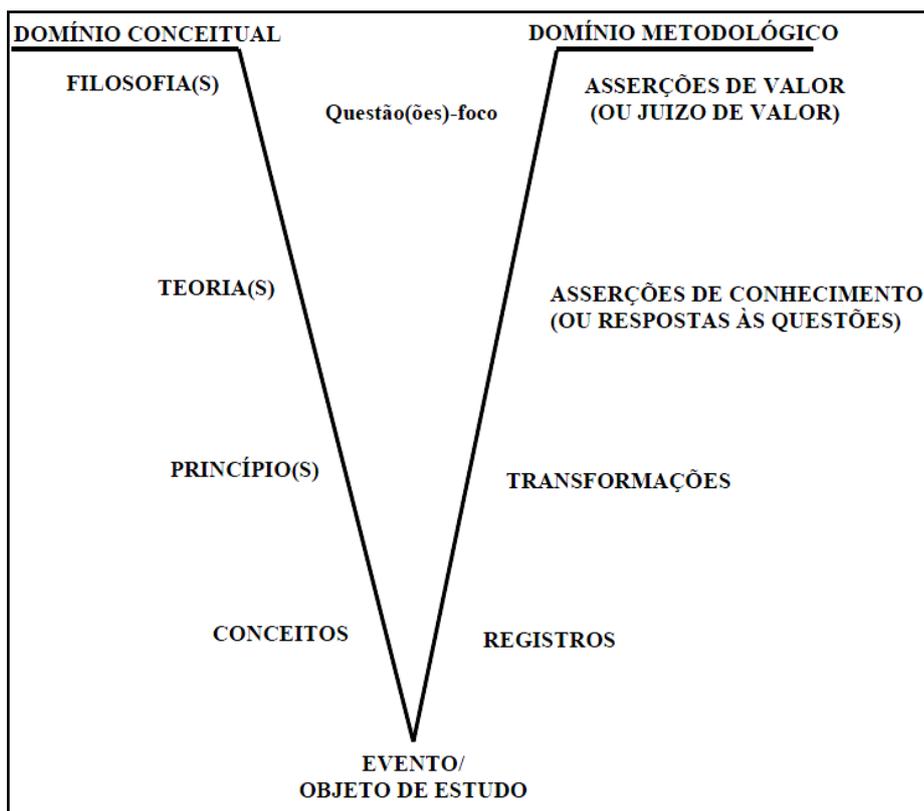


Figura 4 – Conexão entre conceitos, eventos e ações através da estrutura do Vê de Gowin (Baseado em GOWIN, 1981).

O domínio conceitual do Vê é composto basicamente de quatro níveis. Inicialmente, têm-se os conceitos relevantes para a situação abordada. A seguir, listam-se os princípios, os quais são conexões entre os conceitos. Tais princípios estão organizados em estruturas mais amplas, constituindo as teorias, as quais são inseridas dentro de filosofias, estruturas ainda mais gerais.

No domínio metodológico são descritos os passos necessários para responder às questões foco. O “saber como” guia o caminho para se chegar às asserções de conhecimento, ou seja, às respostas as questões propostas. Para tal temos os registros e suas subsequentes transformações. Respondidas as questões, na seção de asserções de conhecimentos, a análise dos achados evolui em asserções de valor, as quais compõem um corpo subjetivo de valores e significados pertencentes a cada sujeito que produz um Diagrama Vê.

Através dessa ferramenta heurística, pessoas que trabalham na construção dos currículos escolares são capazes de transformar conhecimentos primários em conhecimentos potencialmente educacionais. Dessa forma, fica claro que, segundo Gowin, um currículo é um conjunto, logicamente conectado, de conhecimentos pedagogicamente e conceitualmente analisados, bem como seus juízos de valor (Ibid.).

3.1.1.4 Contexto

O contexto¹⁵ não é composto apenas pelos aspectos sociais (contexto social), mas também pelos aspectos administrativos e governamentais. Todo evento educativo ocorre em uma sociedade estabelecida, a qual é composta por aspectos culturais, econômicos e governamentais. Tais características são incorporadas no termo contexto. Não se pode reduzir a análise do contexto educativo a apenas um dos aspectos.

Para Gowin, “o contexto (governance) entra no âmbito da educação devido à necessidade de controlar o sentido que os eventos têm como eventos educativos” (Ibid., p.153). Um evento educativo apenas possui significado (significância) se o mesmo é analisado através de seu contexto.

Os eventos educativos são deliberadamente produzidos pelos seus agentes (aprendizes e professores), que possuem controle (e poder) sobre o evento. O compartilhar de significados é o auge (e o foco) do processo educativo; para o Gowin o “compartilhar de significados é o que faz um evento educativo possível” (Ibid., p.155).

Tais significados possuem valores que somente podem ser avaliados em seu contexto. Fora desse, seu valor fica deturpado. Segundo Gowin,

O significado é social. Quando os significados são construídos de forma que nós ‘chegamos ao ponto’, os mesmos despertam nossos poderes, animam os nossos interesses, e nos guiam a novos eventos. Nós vemos conexões nos eventos. Os significados são construções sociais que nos permitem exercer o poder da inferência, do auto-conhecimento e do pensamento – os quais nos permitem chegar a acordos, compartilhar finalidades, controlar os acontecimentos em termos do que nós pensamos que deve significar. O contexto deriva de significados compartilhados, alguns dos quais são tomados como controladores (Ibid., p. 155).

Após um evento educativo, a experiência humana é modificada. O aprendiz compartilha novos significados com seu professor. Além disso, o aprendiz escolhe se irá atribuir valor ao que lhe foi compartilhado. Esse poder, que pertencente ao aprendiz, faz com que o evento educativo adquira uma mutabilidade, uma complexidade e uma subjetividade.

3.1.1.5 Aprender a Aprender (Self-Educating)

Para Gowin, o fim do processo educativo, na realidade, não existe. O que sabemos é que entre o começo e o fim de um evento educativo, a experiência humana é modificada.

¹⁵ O termo utilizado por Gowin é *governance*, o qual foi traduzido como contexto. Todavia, o termo também pode ser traduzido como: governo, governança, administração e controle. Todas as possíveis traduções remetem ao termo escolhido para tradução, ou seja, todos compõem o conceito de contexto.

O objetivo é que o aprendiz transcenda a necessidade de estar entre os quatro lugares comuns da educação, ou seja, que o aluno não precise mais de um currículo, um professor e um contexto escolar (*governance*). Essa seria uma educação libertadora, não autoritária que, de fato, não possui um fim (final); mas sim, uma finalidade, o *aprender a aprender*.

Entretanto, os quatro lugares comuns possuem um fim na composição do evento educativo. Segundo o autor,

o ensino chega ao fim com a conquista do compartilhar significados, no contexto da educação. A aprendizagem termina com reorganização ativa do significado para o aluno, mostrando que o significado da experiência foi alterado para essa pessoa. O papel do currículo termina quando o aluno não precisa mais do currículo como um meio de acesso às principais fontes de conhecimento, quando o aluno tem maneiras independentes para usar o conhecimento do mundo. Por fim, a contexto termina com reciprocidade, quando controlamos o que significa governar a nós mesmos e nenhum outro poder é necessário para reunir professores, currículo e alunos (Ibid., p.196).

3.1.1.6 O IpC e o Modelo de Gowin

O modelo de Gowin propõe que o evento educativo possui quatro lugares comuns, sendo que três se relacionam formando uma tríade (ver Figura 3). Para que o episódio de ensino seja efetivamente educativo, é necessário que haja uma relação harmoniosa entre as partes. Ciente de tal panorama, o professor (que pretende fundamentar-se na proposta de Gowin) deve estar a par do papel de cada um dos integrantes do modelo, bem como das relações diádicas contidas no modelo. É importante lembrar que quando uma relação diádica torna-se autocontida, a relação triádica se desfaz e, por consequência, o evento educativo passa a ser não educativo.

A concepção de que o ensino é “o processo intencional de tentar fazer com que outra pessoa faça algo, ou pense sobre algo, que esta pessoa não pode fazer, atualmente, por si só” (Ibid., p. 53), bem como “ensinar é a tentativa deliberada de modificar os significados da experiência do aluno, e o aluno deve compreender o significado depois de tentar intencionalmente aprender algo novo” (Ibid., p. 42), distribui o foco do processo de ensino e aprendizagem entre o professor, o aluno e o contexto (social, escolar, etc.).

Aprender, compreender e compartilhar significados depende do aluno; caso não esteja disposto para tal, o processo educativo não existirá. Não há aprendizagem sem aprendiz, tão pouco aprendiz sem o processo de aprendizagem. Motivar o estudante é, portanto, fundamental em ambientes formais de ensino. A motivação guiará a “vontade” de dar valor ao que é compartilhado.

Aprendiz e professor possuem responsabilidades distintas e, ao mesmo tempo, complementares ao processo de ensino. O professor tem a responsabilidade de verificar se os significados que o aluno capta são aqueles compartilhados pela comunidade, oriundos de um material educativo. O aluno, por sua vez, é responsável por dar um *feedback* do que foi compreendido/assimilado. Apenas quando ambos compartilham o mesmo significado, pode-se dizer que o evento educativo chegou ao final. Para que o professor possa ter esse retorno imediato, deve optar por estratégias didáticas que o favoreçam.

A estrutura proposta pelo IpC para os episódios de ensino, na qual o professor deve procurar limitar sua exposição a poucos minutos e, na sequência, propor testes conceituais a seus alunos abordando os conceitos apresentados, mostra-se em sintonia com a concepção de Gowin sobre o evento educativo. O professor apresenta o conteúdo em pequenas exposições, sobre conceitos compartilhados dentro de um contexto específico e os alunos, através dos testes conceituais propostos pelo professor, informam os significados que eles percebem, intensificando, dessa forma, a relação diádica professor – aluno.

Além disso, o método proporciona a oportunidade para que haja interações diádicas entre os alunos quando são postos a discutir com os colegas sobre as questões conceituais apresentadas; nesse momento também há um maior engajamento dos alunos em seu próprio aprendizado. Ao tentar compartilhar com seus colegas os significados que julgam corretos, o aluno externaliza suas percepções individuais do conceito abordado, de uma maneira única e diferenciada da apresentada pelo professor. Expondo diferentes visões sobre um mesmo conceito, ou até mesmo usando linguagens diferenciadas, podem auxiliar no aprendizado dos seus colegas e no seu próprio.

O evento de votar e acertar os testes, de colocar à prova o conhecimento logo após a exposição, bem como as discussões entre os colegas, tendem a motivar o estudante, como aponta a literatura apresentada no Capítulo 2 (CROUCH *et al.*, 2007; CROUCH e MAZUR, 2001) fazendo com que os episódios de ensino tornem-se menos monótonos e unidirecionais. Dessa forma, possibilita exatamente o oposto de aulas totalmente expositivas, onde o professor “transmite” o conhecimento e os alunos são totalmente passivos no processo.

O IpC propicia uma estruturação harmoniosa das relações diádicas com a triádica, onde cada lugar comum proposto por Gowin tem a devida importância na estrutura do IpC. Os materiais educativos, com seus significados, dão início ao evento educativo. O professor deve, além de expor tais significados, motivar o aluno para que o mesmo tenha interesse em

aprender a assimilar tais significados. O aluno, através dos testes conceituais, põe à prova os conceitos assimilados e, também, devolve ao professor, de alguma forma, quais são suas percepções. Através de relações diádicas com seus colegas, o aluno compara diferentes percepções sobre o conceito. O professor, ao final do processo, deve comparar os significados assimilados por seus estudantes com os que ele esperava que os mesmos captassem. É dessa maneira que se estabelece uma conexão entre o referencial teórico escolhido e a metodologia interativa que se propõe investigar.

3.2 Referencial metodológico: estudo de caso segundo a perspectiva de Yin

Levando em consideração os objetivos do presente trabalho, o enfoque metodológico escolhido possui um caráter predominantemente interpretativo. Pesquisas interpretativas, ou geralmente conhecidas como qualitativas, possuem características pontuais que dão suporte à nossa escolha. Na sequência, descreveremos brevemente essas características e apresentaremos o tipo de metodologia escolhida dentro dessa abordagem.

O interesse central das pesquisas interpretativas é a “busca por uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma realidade socialmente construída” (MOREIRA, 2012, p.76). Para tal, o pesquisador baseia-se no paradigma em que os eventos educativos são socialmente construídos e, com o intuito de investigar o fenômeno de interesse, deve estar imerso no contexto social em que o fenômeno se apresenta observando-o atentamente.

Portanto, as pesquisas interpretativas têm um caráter exploratório, construtivo e descritivo, nas quais o pesquisador desenvolve novas hipóteses e fundamenta a teoria a partir dos dados coletados. Estes são coletados no contexto em que ocorrem os comportamentos e ações a serem estudados, por meio de entrevistas, observações, notas de campo, questionários com escalas e questionários de perguntas abertas, etc.

O pesquisador qualitativo transforma seus dados coletados, porém, de maneira diferente dos pesquisadores quantitativos, os quais usam basicamente a estatística como ferramenta para fazer suas inferências. Geralmente são feitos sumários, classificações, categorizações e tabelas que ajudam a organizar as anotações e as informações coletadas. Em alguns estudos interpretativos usa-se como ferramenta auxiliar, para analisar os dados, a estatística descritiva.

As análises dos dados possuem um caráter mais subjetivo e particular, são feitas de maneira mais extensa e profunda na busca por padrões, temas, particularizações e características holísticas. Tais estratégias visam entender melhor o fenômeno de interesse imerso em seu contexto.

Dentro do enfoque interpretativo de pesquisa, encontram-se diversas metodologias com características específicas. Para o presente trabalho, escolhemos o estudo de caso como metodologia de pesquisa, com enfoque na perspectiva de Robert Yin (YIN, 2005).

Yin (Ibid., p. 39) afirma que,

o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites do fenômeno e o contexto não são claramente evidentes.

Os estudos de caso são utilizados em, pelo menos, quatro situações diferentes, diferenciadas por seus objetivos específicos, quais sejam (Ibid., p. 41):

- explicar os vínculos causais previstos nas intervenções da vida real;
- descrever uma intervenção e o contexto da vida real na qual ela ocorreu;
- ilustrar determinados tópicos em avaliação, de maneira descritiva;
- explorar situações em que a intervenção sendo avaliada não possui um único e claro conjunto de resultados.

Segundo o autor, os estudos de caso podem ser categorizados em três tipos: **exploratório**, **descritivo** e **explanatório** (ou analítico). Estudos cujo objetivo é obter informações preliminares acerca do respectivo objeto de interesse são denominados exploratórios. Os estudos que têm como propósito central descrever como é o caso em consideração são chamados de descritivos. Por fim, os estudos que procuram desenvolver proposições teóricas a serem confrontadas com teorias existentes são chamados de explanatórios.

Além disso, os estudos de caso podem ser categorizados em **estudos de caso único** e **estudos de casos múltiplos**. Os estudos que têm o foco em uma única unidade (uma pessoa, um objeto, um fenômeno) são denominados de caso único; quando são compostos por diversos casos, estudados simultaneamente, são ditos de caso múltiplo. Cabe aqui ressaltar que os casos são quaisquer componentes de um todo, como objetos, ou entidades claramente identificáveis (pessoas, organizações, salas de aula, etc.), eventos, atividades (como o ato de

ensinar) ou processos (como a aprendizagem de um conhecimento específico), bem como seu contexto.

O presente trabalho foi composto por dois estudos de caso com objetivos distintos e complementares. O primeiro estudo integra os objetivos da primeira linha investigativa, que tencionou avaliar a receptividade e a motivação dos estudantes em relação ao método IpC e investigar a viabilidade do uso dos computadores do projeto UCA para a implementação do método IpC. O segundo estudo integra os objetivos da segunda linha investigativa, que tinha por objetivos pesquisar a prática do IpC por alunos em formação inicial do curso de Licenciatura em Física e identificar quais os principais conflitos e dificuldades que os professores, com pouca prática docente, encontraram ao utilizar esse método.

O primeiro estudo de caso, caracterizado segundo a perspectiva de Yin como exploratório, teve como unidade de análise uma turma de 34 estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública federal de Porto Alegre, que vivenciou a metodologia de ensino IpC, com o uso dos computadores do projeto UCA (Um Computador por aluno) como sistema de votação para os Testes Conceituais. Nosso objetivo foi, além de uma investigação para culminar em respostas às questões de pesquisa, levantar informações relevantes para a continuidade do trabalho.

Este estudo teve uma duração de quatro meses, dois deles anteriores ao uso do IpC e outros dois durante a aplicação do método. Como instrumentos de coleta de dados, além do caderno de campo, foram registradas em vídeo cerca de 21 horas-aula da disciplina de Física, antes e durante a aplicação do método, questionário para coletar a opinião dos alunos, entrevistas semiestruturadas realizadas com os estudantes e o resultado das votações nos Testes Conceituais.

Para a etapa da análise dos dados coletados, definiram-se cinco eixos de análise, a saber:

- i. atitude dos alunos em relação ao método IpC;
- ii. atitude dos alunos em relação aos computadores do projeto UCA, antes e depois de tê-los usado com o IpC;
- iii. viabilidade do uso dos computadores do projeto UCA como sistema de votação do método IpC;

- iv. convergência das respostas para a alternativa correta na segunda votação, comparando-se com o que é apontado na literatura (MAZUR, 1997; CROUCH *et al.*, 2007; CROUCH e MAZUR, 2001; BUTCHART *et al.*, 2009);

O segundo estudo de caso, caracterizado pela perspectiva de Yin como descritivo, teve como unidade de análise dois estudantes do curso de Licenciatura em Física, no seu período de regência no estágio de docência, os quais utilizaram o IpC pela primeira vez.

Foram observados durante dois meses de aula, período que compõe o tempo de regência dos graduandos de Física matriculados na disciplina de Estágio de Docência. Como instrumentos de coleta de dados, além do caderno de campo, foram registradas em vídeo cerca de 14 horas-aula da disciplina de Física ministradas pelos estagiários, entrevistas semiestruturadas com os dois estagiários e os seus respectivos trabalhos de conclusão de curso (TCC). Nosso objetivo foi, além de coletar mais informações para respondermos às questões de pesquisa propostas, descrever em detalhes a situação em estudo permitindo a estruturação de condições necessárias para a realização de futuros estudos explanatórios, os quais fogem ao escopo da presente dissertação; entretanto, são vislumbrados como perspectivas de continuação do trabalho.

Os três eixos de análise definidos para o segundo estudo de caso são:

- i. atitudes dos estagiários em relação ao método IpC;
- ii. crenças e atitudes dos estagiários em relação aos métodos tradicionais de ensino;
- iii. conflitos e dificuldades da prática docente por meio do método IpC.

Na sequência serão apresentados o contexto dos estudos realizados, seus resultados e discussões.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentaremos os resultados dos dois estudos de caso realizados para a pesquisa. Serão apresentados o contexto, os relatos de experiência, os dados e a discussão dos resultados de cada estudo.

4.1 O contexto dos estudos realizados

Os estudos de caso ocorreram em uma escola pública federal da cidade de Porto Alegre-RS, localizada na entrada do campus do vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no bairro Agronomia. A proposta do Colégio é diferenciada; sua concepção teve como finalidade criar um ambiente para a prática docente dos estudantes de Licenciatura dos diversos cursos da Universidade.

Dessa forma, a cada semestre, a instituição conta com a presença de um número considerável de estagiários nas mais diferentes disciplinas. Além disso, a proximidade com a UFRGS permite trabalhos de monitorias e extensão. Os estudantes dessa escola estão familiarizados com trabalhos de observação de graduandos e estagiários, fator esse que facilitou a nossa inserção em sala de aula e não prejudicou o andamento da pesquisa.

O Ensino Médio possui duas turmas de primeiro ano; três, de segundo ano; duas de terceiro ano e uma turma de educação de jovens e adultos (EJA). O colégio possui o chamado conselho participativo, em que alunos e professores reúnem-se para discutir os resultados obtidos em cada fase. No ensino fundamental, a avaliação é feita através de pareceres descritivos. A partir do ano de 2012, as disciplinas foram divididas em semestres, ao invés de trimestres. Tal medida modificou a estrutura das disciplinas, tendo em vista que o estudante pode ser aprovado ou reprovado a cada semestre, como acontece nas Universidades, por exemplo.

As aulas ocorrem diariamente nos turnos da manhã. Em alguns dias os alunos têm aulas à tarde e o turno da noite é exclusivo aos alunos da turma do EJA. O turno da manhã conta com cinco períodos de 45 minutos começando às 8h, havendo um único intervalo às 10h15min com duração de 25 minutos. No turno da tarde há cinco períodos de 45 minutos começando às 13h30min e um intervalo de 15 minutos às 15h45min.

Em relação à infraestrutura, a escola possui espaços exclusivos para as disciplinas de música e teatro, duas salas multimídia, laboratório de Informática, laboratórios de Ciências (o

laboratório de Física conta com oito mesas grandes, para o desenvolvimento das atividades, possui um quadro negro e materiais para atividades experimentais.), pátio com um campo de futebol e uma quadra de vôlei, biblioteca e refeitório. As salas de aulas não são muito amplas, contam com ventiladores de teto, rede *wireless*, quadro negro e classes com cadeiras.

O primeiro estudo ocorreu no segundo semestre do ano de 2011; o segundo, no primeiro semestre de 2012.

4.2 Estudo 1: implementação do IpC com o auxílio dos computadores do projeto UCA

Os objetivos principais do primeiro estudo foram: avaliar a receptividade dos alunos em relação ao método IpC e ao uso dos computadores do projeto UCA, investigar se a discussão entre os colegas favorece a convergência para a resposta correta em testes conceituais, como tem sido apontado na literatura, e verificar a viabilidade do emprego dos computadores do projeto UCA como sistema de votação para a metodologia em estudo.

O caso estudado foi uma turma do terceiro ano do EM, na qual foi implementada a metodologia de ensino IpC com o auxílio dos computadores do projeto UCA. A metodologia foi aplicada ao longo de uma sequência didática sobre Eletromagnetismo.

A escola tinha duas turmas de terceiros anos, as quais possuíam o mesmo professor de Física. O principal aspecto levado em consideração para selecionar em qual das turmas o estudo seria realizado foi a distribuição das aulas ao longo da semana. A turma selecionada tinha dois encontros semanais de dois períodos em sequência, já a outra turma possuía três encontros semanais, dois de um período e outro de dois períodos. Optamos por períodos contíguos, tendo em vista os preparativos necessários para cada encontro. Quanto às características específicas da turma selecionada, era composta por 34 estudantes, catorze do gênero masculino e vinte do gênero feminino, com idade média de aproximadamente dezessete anos e nível socioeconômico intermediário (classe média). Além disso, os estudantes, em sua grande maioria, tinham a intenção de prestar vestibular no final do ano.

A escola em que o estudo foi desenvolvido já possuía os *notebooks* do projeto UCA, pois, em 2010, foi escolhida como uma das 300 escolas selecionadas para participar do projeto piloto do governo federal. Na Figura 5 tem-se uma imagem do *notebook* e na Tabela 1, suas principais especificações técnicas.

Tabela 1 - Especificações dos notebooks do projeto UCA

Características técnicas UCAs	
Processador:	Intel® Atom™ 1.6 GHz
Cache:	512K L2
Memória RAM:	512 MB DDR2
Flash Disk:	4 GB
Sistema Operacional:	Linux® Metasys
Áudio:	Realtek ALC662 (Azalia)
Rede:	10/100 Mbps
Rede sem fio:	Wireless LAN 802.11 b/g
Entradas USB:	2 (Duas)
Tela:	LCD 7"
Teclado:	À prova d'água e com teclas de atalho
TouchPad:	Tradicional com 2 botões
Bateria:	Li-Ion 4 Células – autonomia estimada de 1h 30min
Portas:	Saída para fone de ouvido RJ-45 (Rede) Entrada para microfone Saída de Áudio



Figura 5 - Notebook educacional UCA (Fonte: <http://www.cceinfo.com.br/uca/classmate/1.jpg>)

Diversos projetos são desenvolvidos com o uso dos UCAs¹⁶ no colégio; contudo, os alunos do terceiro ano, por estarem no final do Ensino Médio, não participavam de nenhum projeto. Apesar do pouco contato com os computadores, os alunos da turma em que o estudo foi desenvolvido apresentavam certa habilidade em seu manuseio. Entretanto, apesar de

¹⁶ Por simplicidade, denominaremos de 'UCAs' os computadores do projeto UCA.

não explorarem o uso do UCA durante as aulas com grande frequência, apresentavam certa aversão a seu uso, principalmente em relação as características técnicas dos equipamentos; por tratar-se de um *notebook* educacional, as especificações técnicas são inferiores aos computadores usualmente utilizados pelos estudantes em suas casas. O sentimento em relação aos UCAs da turma selecionada foi relevante para a execução do estudo, tendo em vista que um de nossos objetivos foi avaliar se houve uma mudança na atitude dos estudantes em relação aos UCAs após utilizá-los como sistema de votação para o IpC.

Com o intuito de investigar em profundidade o contexto do estudo realizado, foram observados quatro meses de aula dessa turma, dois deles anteriores à implementação do método IpC e os outros dois durante o período em que o método foi testado. Como instrumento de coleta de dados, além do caderno de campo, foram registradas em vídeo cerca de 21 horas-aula da disciplina de Física antes e durante a aplicação do método. Também foram realizadas a aplicação de um questionário para coletar a opinião dos alunos, entrevistas semiestruturadas com os estudantes e analisados os resultados das votações nos Testes Conceituais respondidos em sala de aula.

4.2.1 Relato de experiência

A duração do estudo foi de aproximadamente quatro meses, sendo os dois primeiros reservados para observações e familiarização dos estudantes com a presença do pesquisador em sala de aula e, até mesmo, com a própria filmagem das aulas. Apesar de auxiliar o professor da disciplina com o andamento das aulas, o pesquisador não exerceu papel docente. O IpC foi utilizado nos dois meses finais, em um total de sete encontros, cada um com dois períodos de 45 min.

Conforme mencionado anteriormente, a sequência didática proposta para o trabalho abordava tópicos de Eletromagnetismo. Os sete tópicos selecionados, planejados para serem desenvolvidos, um por encontro, foram: campo magnético gerado por um fio condutor retilíneo portando corrente elétrica, uma espira e um solenoide percorridos por corrente elétrica; força entre fios paralelos percorridos por corrente elétrica; força eletromotriz induzida; Lei de Faraday; Lei de Lenz e o funcionamento de transformadores elétricos.

Para cada tópico, após uma breve explanação do professor sobre o conceito, Testes Conceituais eram apresentados aos estudantes com um projetor multimídia, conectado ao computador do pesquisador, que poderia ser consultado a qualquer instante pelo professor da

disciplina; a leitura de cada teste era realizada em voz alta para os estudantes e, após aproximadamente dois minutos, as votações eram abertas.

Para a execução das votações, foi necessário escolher qual *software* utilizar nos *notebooks* para captar as respostas dos alunos. Optamos pelo aplicativo *Google Forms*, ferramenta gratuita pertencente ao pacote de aplicativos *Google Docs*¹⁷, que permite criar formulários e disponibilizá-los *on-line* para serem respondidos.

Criaram-se, então, para cada encontro, formulários que serviam como grade de respostas aos Testes Conceituais. Em cada formulário, o aluno deveria colocar seu número da chamada para identificá-lo, a alternativa que escolheu para responder ao Teste Conceitual apresentado e o grau de confiança em relação à sua resposta, em uma escala de três níveis: alto, médio e nulo. Tal medida foi tomada para buscar indicativos de mudança no grau de confiança após as discussões. Todavia, tais dados não foram analisados e incluídos na discussão dos resultados, pois foge do escopo da presente dissertação.

Para cada rodada de votações, o formulário era editado pelo pesquisador para receber as respostas da questão apresentada. As questões eram liberadas gradativamente para evitar que os alunos fossem tentados a responder todas de uma única vez, ou ainda, que votassem na questão errada. Alguns dos Testes Conceituais podem ser vistos no Apêndice A e um dos formulários respondidos pelos alunos é ilustrado na Figura 6, podendo também ser acessado no link: <http://is.gd/uca030>.

¹⁷ Disponível em: <http://docs.google.com>.

Testes Conceituais - Aula 07

* Required

Digite seu número: *

TC_02 1ª votação *

a

b

c

d

e

Grau de Confiança *

Alto

Médio

Nulo

Submit

Powered by [Google Docs](#)

[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

Figura 6 – Formulário criado através do aplicativo *Google Forms* para as votações de Testes Conceituais.

Para cada formulário criado, o aplicativo produz uma tabela contendo todas as informações coletadas. Além disso, possui opções que mostram o resumo das respostas (ver Figura 7). Caso a pergunta seja de múltipla escolha, o resumo é apresentado em forma de gráficos de frequência. Essa opção foi usada para cada rodada de votação e facilitou muito o trabalho do pesquisador e do professor. Os Testes Conceituais (TC) eram identificados no formulário através da notação TC_X.n, onde ‘X’ é o número do Teste Conceitual e ‘n’ representava a ordem da votação (1 – primeira votação; 2 – segunda votação). Cabe ressaltar que apenas o professor e o pesquisador tiveram acesso às informações obtidas através das votações.

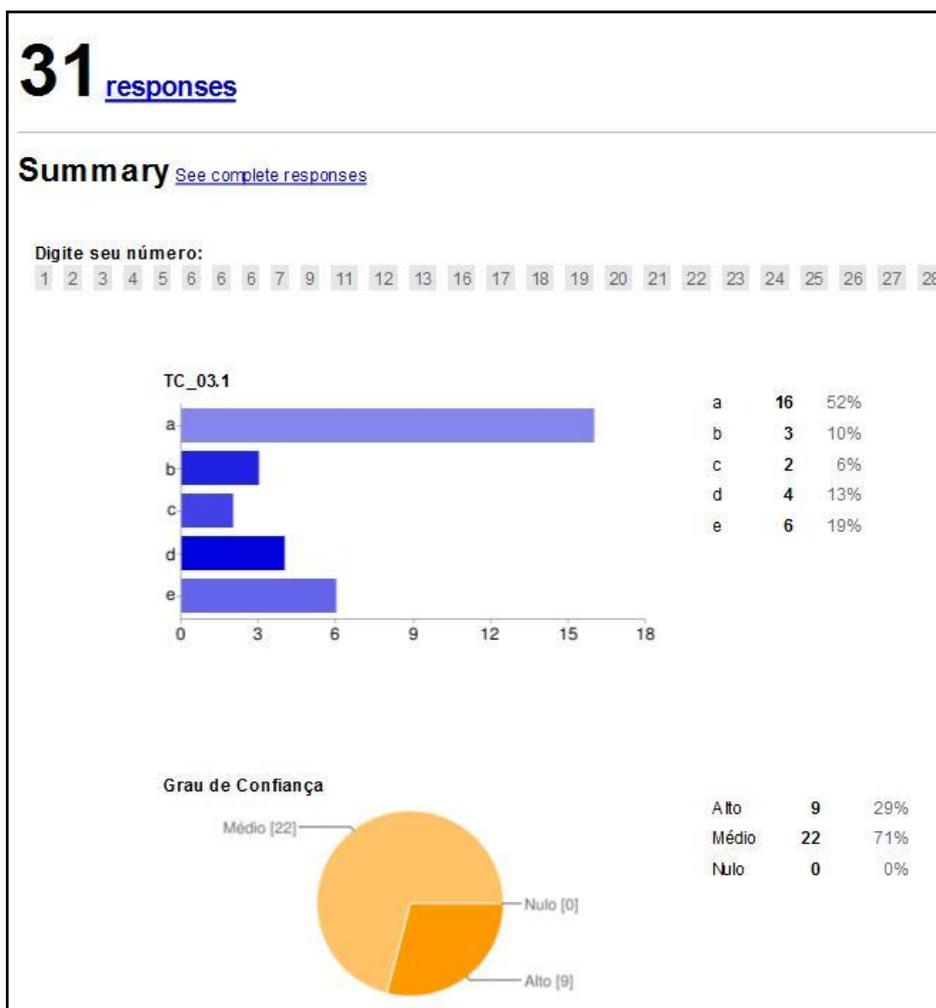


Figura 7– Sumário das respostas dos alunos a um Teste Conceitual fornecido pelo *Google Forms*.

Para facilitar o acesso dos alunos ao formulário, criamos nos navegadores da Internet dos *notebooks*, um atalho para o formulário. Dessa forma, os alunos, ao votarem, apenas abriam o navegador, clicavam no atalho e votavam. Essa medida também foi tomada para evitar dispersões na hora da votação. Outra medida adotada foi a de manter os *notebooks* com as baterias carregadas, evitando a necessidade de estarem conectados à rede elétrica e, como consequência, proporcionando aos estudantes maior mobilidade.

Ao longo da implementação do método IpC, alguns obstáculos foram surgindo. Um deles foi, como já comentamos, a aversão dos estudantes em relação aos UCAs. Muitos alunos não simpatizavam com o uso dos *notebooks* em sala de aula, opinião manifestada espontaneamente já no primeiro encontro, em que foi mencionado que eles seriam utilizados para o desenvolvimento da nova metodologia de ensino. Os alunos em geral mostraram-se pessimistas em relação à funcionalidade, pois para muitos, o *notebook* era muito lento e nunca funcionava direito. Cientes dessa aversão, aplicamos um questionário (Apêndice C) para

coletar a opinião dos alunos em relação aos UCAs antes da implementação do método em si e logo após o último encontro. Os resultados encontrados serão discutidos na próxima seção.

Apesar das críticas dos estudantes às características técnicas dos UCAs, sob a perspectiva do pesquisador e do professor, foi possível usá-los como sistema de votação para o IpC. No entanto, para isso foi necessário muito trabalho antes de cada encontro. Foi indispensável checar cada computador para averiguar possíveis problemas com o sistema operacional, carregar totalmente as baterias dos 34 *notebooks*, levá-los até a sala de aula¹⁸ e distribuí-los de acordo com o espelho de classe sob as mesas dos alunos, além de criar os formulários no *Google Forms* para as votações. Na Figura 8, apresentamos imagens referentes ao trabalho realizado com os UCAs antes dos episódios de ensino.



Figura 8– Compacto de imagens referentes ao trabalho realizado com os UCAs antes dos episódios de ensino.

¹⁸ Os computadores foram carregados em uma mala de viagem, visto que a sala onde os computadores eram armazenados ficava distante da sala de aula.

Como forma de motivar os estudantes que participaram do estudo, os Testes Conceituais selecionados foram, em sua grande maioria, questões de vestibulares de instituições federais e particulares. Os alunos aprovaram o uso de questões de vestibulares como Testes Conceituais, sendo que muitos se mostravam extremamente entusiasmados quando acertavam tais questões. Atribuímos tal animação ao fato de que os mesmos prestariam vestibular ao final daquele ano e, ao acertarem, ganhavam confiança para realizar as provas futuras (vestibular).

Em média, três Testes Conceituais eram respondidos por encontro. Em todos os encontros, pelo menos um Teste Conceitual teve frequência de acerto entre 35% e 70% e demandam discussões entre os colegas, como propõe o IpC. Na sequência, os estudantes, individualmente, votaram novamente. A convergência das respostas nessa segunda votação para a alternativa correta será alvo de análise na próxima seção.

Apesar das resistências iniciais frente ao uso dos UCAs, os alunos se mostraram amplamente receptivos ao método. As discussões ocorreram de maneira harmoniosa e eles se motivaram ao tentar convencer os colegas de que sua resposta estava correta.

A dinâmica proporcionada pelo IpC modificou a postura dos estudantes em sala de aula, principalmente nas aulas das sextas-feiras à tarde, quando era perceptível que os mesmos se mostravam mais dispostos e concentrados, em comparação com as aulas expositivas dos dois meses que antecederam o uso do método. Ao responderem os Testes Conceituais, claramente notava-se certa obstinação em acertar. Em alguns encontros, ao final das votações, quando a frequência de acertos era de 100% e o professor regente divulgava tal resultado, os alunos aplaudiam-se.

Ao final do último encontro, com o intuito de obter mais informações sobre a opinião dos alunos, foi lhes solicitado que respondessem ao questionário sobre os UCAs, que já haviam respondido antes da aplicação do IpC. Este foi acrescido de itens correspondentes à experiência com o método IpC e foi realizada uma entrevista semiestruturada com dez alunos. Tendo em vista que a pesquisa foi realizada no final do segundo semestre letivo, tivemos pouco tempo para entrevistar todos os alunos participantes da pesquisa; desse modo, selecionamos apenas dez, segundo os seguintes critérios: foram selecionados os oito alunos que obtiveram melhor desempenho em um teste conceitual realizado após o uso do IpC e os dois alunos que reclamavam com elevada frequência dos computadores utilizados. A análise

do teste conceitual aplicado aos estudantes após o IpC não será apresentada na presente dissertação, pois foge ao escopo do trabalho.

Os dois instrumentos de medida (roteiro da entrevista semiestruturada e questionário) constam no Apêndice C e as informações obtidas com eles, bem como os demais resultados, são apresentados na próxima seção.

4.2.2 Análise dos Resultados Obtidos

A partir dos dados coletados em nossas observações de campo, com o questionário e entrevistas (Apêndice C) e com os Testes Conceituais (Apêndice A) definimos cinco eixos de análise, a saber: atitude dos alunos em relação ao método IpC; atitude dos alunos em relação aos UCAs antes e depois de tê-los usado com o IpC; viabilidade do uso dos UCAs como sistema de votação do método IpC; convergência das respostas para a alternativa correta na segunda votação, comparando-se com o que é apontado na literatura; e a receptividade do professor em relação ao método IpC.

4.2.2.1 Atitude dos alunos em relação ao método IpC

Algumas afirmativas do questionário visavam investigar a atitude dos alunos em relação ao método IpC. Uma delas pretendia aferir a empatia dos alunos com aulas expositivas tradicionais. Essa afirmativa foi respondida antes e após a utilização do IPC.¹⁹

Cerca de 60% dos alunos responderam, na primeira aplicação do questionário, que “concordam” ou “concordam fortemente” que aprendem mais com aulas ditas tradicionais. Possivelmente essa marcante preferência por aulas tradicionais se deva a pouca vivência dos alunos com metodologias de ensino diferenciadas, visto que após a implementação do IpC na sequência didática proposta, apenas 24% dos alunos “concordaram”, ou “concordaram fortemente”, com essa afirmativa. Além disso, houve um crescimento de 12% para 28% dos alunos que discordam da afirmativa de que aprendem mais com as aulas expositivas tradicionais e, também, um crescimento na percentagem de alunos indiferentes. Uma possível explicação para tal fato é que os estudantes julgam aprender de maneira satisfatória os

¹⁹ As tabelas que contêm as respostas antes e após o uso do IpC apresentam número inferior ao total de alunos, pois utilizamos como dados apenas as respostas dos alunos que responderam aos dois questionários. As questões relacionadas especificadamente ao IpC apresentam 33 respondentes, visto que no dia tivemos ausência de um estudante.

conteúdos de Física com aulas expositivas e com aulas em que o IpC é utilizado. Na Tabela 2 também se pode observar os percentuais em cada uma das alternativas.

Tabela 2 – Frequência de respostas dos alunos à seguinte afirmativa do questionário: *Aprendo mais com aulas tradicionais (com uso de quadro negro e giz), antes e depois da implementação do IpC.*

Opinião	Antes		Depois	
	Nº de respondentes	%	Nº de respondentes	%
Concordo fortemente	6	24	2	8
Concordo	9	36	4	16
Indiferente	7	28	12	48
Discordo	3	12	7	28
Discordo fortemente	0	0	0	0
Total	25	100	25	100

Em específico, sobre o IpC, havia uma afirmativa em que os alunos manifestavam a sua opinião sobre a metodologia, sendo possível optar por alternativas que iam desde “muito boa” até “muito ruim”. Pode-se observar na Tabela 3 que, aproximadamente 97% dos estudantes optaram pela opção “muito boa” ou “boa”. Apenas 3% dos respondentes consideraram “regular” e nenhum considerou “ruim” ou “muito ruim”.

Tabela 3 – Frequência de respostas dos alunos à seguinte afirmativa referente à avaliação do IpC: *Dê sua avaliação sobre a metodologia utilizada nas últimas semanas.*

Opinião	Nº de respondentes	%
Muito ruim	0	0
Ruim	0	0
Regular	1	3
Boa	11	33
Muito boa	21	64
Total	33	100

Alguns comentários na entrevista ratificaram as boas avaliações em relação ao método IpC:

Foi uma experiência diferente, a gente nunca teve uma aula assim. É um método novo, mas eu gostei. É evidente que tu vai aprender com ele, o professor explica e logo depois tem exercícios como se fosse uma fixação e depois com a discussão com os colegas ajuda a fixar mais. (Aluno 33)

Eu achei muito bom o método, mas eu só achei ruim que ele foi usado no final do ano. Se tivéssemos usado desde o início do ano, com certeza os alunos teriam aprendido melhor. (Aluno 3)

O Aluno que optou pela opção “regular” na afirmativa 9 (*Dê sua avaliação sobre a metodologia utilizada nas últimas semanas*) comentou, na entrevista:

Achei legal as questões apresentadas em aula, eu só acho que a gente tinha que ter interpretado mais em sala de aula, tipo conta [realização de exercícios numéricos] mesmo, não só a teoria. (Aluno 6)

Na sequência, os alunos responderam três questões dissertativas, as quais solicitavam, respectivamente, que destacassem os aspectos positivos da metodologia, os aspectos negativos e o que poderia ser feito para melhorar as aulas com o IpC.

Quanto aos aspectos positivos da metodologia, a discussão entre os colegas foi o comentário mais presente. O linguajar mais simples do colega no momento da explicação, a tentativa de convencer o colega e a possibilidade de receber diferentes explicações sobre um mesmo tópico do conteúdo estiveram presentes em alguns comentários, como pode ser visto em suas palavras:

A discussão entre os alunos rende uma maneira de explicação diferente da habitual, pois os colegas entre si interagem de forma diferente do que a que o professor fala no quadro. Ajuda também os alunos a se concentrarem, pois os mesmos devem responder um questionário após a explicação. (Aluno 21)

Outro aluno afirmou ainda que:

Percebo que o Peer Instruction funcionou como deveria ter funcionado. Pôde promover a explicação de diversas dúvidas de um jeito mais simples, já que ouvíamos as respostas vindas de nossos colegas, pessoas que estamos mais acostumados a conversar e estabelecemos certo tipo de linguagem. (Aluno 25)

Além disso, os estudantes destacaram que o IpC possibilitou um aprendizado mais dinâmico, em que era possível por à prova seus conhecimentos logo em seguida da explicação do professor. Segundo um aluno, o aspecto positivo do IpC é:

Que TODOS conseguem aprender de uma forma nivelada e não apenas os alunos mais inteligentes. (Aluno 2)

Ainda na mesma linha, outras respostas foram:

Achei muito útil o método para exercitar o conteúdo e discutir com colegas a respeito da matéria, afinal enquanto tentamos convencer os outros de que nossa ideia é a certa, acabamos por muitas vezes percebendo nossos próprios erros e reforçando quando estamos corretos. (Aluno 9)

Através dela é possível reforçar conhecimentos explicando-os aos colegas e é possível ouvir diversos tipos de explicações. (Aluno 15)

Alguns alunos destacaram que as aulas tornaram-se menos cansativas. As exposições ao longo da sequência didática não duraram mais do que 30 min., diferentemente das aulas expositivas anteriores ao método, que costumavam durar dois períodos de 45 min. cada. De acordo com os comentários dos alunos, as aulas expositivas anteriores faziam com que os estudantes perdessem o foco rapidamente e, por consequência, acabavam não aprendendo todo o conteúdo. O IpC favoreceu os estudantes a manterem o foco e a atenção durante as explicações. Um dos comentários que evidencia tal opinião é reproduzido a seguir:

Eu achei mil vezes melhor que as aulas convencionais que muitas vezes se tornam cansativas e desinteressantes. Quando o professor fica muito tempo explicando a matéria, muita gente acaba dispersando e indo pro mundo da lua e, além disso, é difícil de assimilar toda a matéria quando só ouvimos por dois períodos. (Aluno 30)

Além desse depoimento, destacamos outro que foi retirado das entrevistas:

Antes as aulas eram muito longas e para explicar um ponto da matéria a gente levava uma aula inteira. Com o método as aulas ficaram mais dinâmicas. (Aluno 17)

Outro aspecto encontrado nos comentários dos alunos foi o desempenho no vestibular. Os Testes Conceituais selecionados para a sequência didática eram provenientes de vestibulares de instituições públicas e particulares. Um dos respondentes afirmou que:

Partindo do princípio que estudamos para passar no vestibular, as aulas voltadas para questões deste, facilita e aumenta fortemente nossas chances de passar no mesmo. (Aluno 22)

Outro aluno destacou que:

Achei que deu para compreender melhor as questões de vestibulares e analisar de outra forma essas mesmas questões. (Aluno 3)

Quanto aos aspectos negativos da metodologia, os estudantes destacaram as seguintes características: competitividade entre os colegas, falta de comprometimento de alguns estudantes durante as discussões e no início das aulas, a distração com o acesso a outros *sites* (redes sociais) e a falta de tempo para resolver os problemas do livro texto.

Alguns alunos afirmaram que:

O que atrapalhou as aulas foi o fato de que as aulas demoravam muito pra começar e de certa forma perdíamos tempo com assunto

que não tinham nada a ver com o assunto de aula (Facebook, Twitter, etc.). (Aluno 12)

Não temos tempo para resolver os exercícios do livro, assim fica mais difícil tirar as dúvidas das questões que devem ser entregues. (Aluno 30)

Durante a inserção do IpC, a distração dos alunos com páginas na internet que não faziam parte do trabalho proposto foi algo presente. Alguns alunos mantiveram abertas, em segundo plano, suas páginas de redes sociais. Tivemos alguns problemas isolados com tal atitude, porém nada que comprometesse seriamente o andamento da aula. Quando notávamos que o aluno estava muito disperso, pedíamos que fechasse momentaneamente o UCA e voltasse sua atenção para a aula.

Quanto a possíveis melhorias no método IpC em sala de aula, aproximadamente 47% dos estudantes afirmaram que se outro sistema de votação fosse implementado, as aulas tornar-se-iam mais produtivas e menos dispersas. Parte dos estudantes afirmou que seria bom bloquear o acesso às redes sociais para evitar dispersões e parte afirmou que o UCA, apesar de ter funcionado corretamente, poderia ser mais veloz. Além disso, alguns alunos comentaram que faltou tempo para resolver os problemas do livro, bem como que poderíamos ter feito mais Testes Conceituais ao longo das aulas.

Tanto em relação aos aspectos negativos, quanto às sugestões de melhoria no método, a grande maioria dos comentários disse respeito à própria atuação dos alunos durante a aula. Ou seja, eles mesmos reconheceram que o tempo de aula poderia ser mais bem aproveitado.

O IpC proporcionou aos estudantes uma nova maneira de aprender os conteúdos de Física. As aulas tornaram-se mais dinâmicas e os alunos tornaram-se mais participativos. O entusiasmo foi marcante ao longo da inserção do método, principalmente em relação ao desempenho nos Testes Conceituais.

A discussão entre os colegas, ponto fundamental do método, proporcionou uma mudança na postura crítica dos estudantes. A argumentação crítica foi amplamente estimulada quando os mesmos apresentavam seus pontos de vista sobre um mesmo conceito presente nos Testes Conceituais. Incentivar uma postura crítica dos estudantes, através de discussões, vai ao encontro e uma das orientações do PCN²⁰, qual seja: “para desenvolver competências

²⁰Documento que contém orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1999).

que requerem o sentido crítico será necessário privilegiar espaços de discussão, tanto na escola como na sala de aula” (BRASIL, 2002, p. 61).

A partir dos resultados aqui apresentados, bem como através da experiência vivenciada ao longo da sequência didática e das entrevistas, concluímos que, no geral, os alunos aprovaram a metodologia empregada.

4.2.2.2 Atitude dos alunos em relação aos UCAs

A fim de avaliar a atitude dos alunos em relação aos UCAs, foram feitas seis questões do tipo de escala de cinco níveis no questionário sobre esses equipamentos, apresentado no Apêndice C. A primeira delas focava-se na sua utilidade. Antes da metodologia IpC ser utilizada apenas 36% dos alunos concordavam que o UCA possuía alguma utilidade em sala de aula; após o IpC ser implementado, 68% dos alunos passaram a ter essa opinião. Além disso, teve-se uma redução no número de alunos que se mostraram indiferentes (de 36% para 8%) ou discordantes (de 28% para 24%).

Essa mudança de opinião também pode ser vista nas palavras dos próprios alunos:

O UCA é bom em alguns casos ou aulas, no caso do experimento de Física deu certo, até porque os professores conseguiram manter a ordem e não deixaram o uso do UCA atrapalhar a aula, até porque a aula era mais prática, então todos colaboraram e participaram (Aluno 21);

A manifestação de outro aluno nesse mesmo sentido é apresentada a seguir:

O UCA nos ajudou bastante nas aulas de física, nos proporcionando uma compreensão melhor da matéria. Isso devido ao modo em que ele foi utilizado, porém de outra maneira, como para fazer pesquisa, por exemplo, não é muito produtivo. (Aluno 8)

Também foi encontrado, nos comentários procedentes das entrevistas, indícios dessa mudança. Um dos respondentes afirmou que:

Antes eu achava que o UCA era um empecilho, agora eu acho que pode ser muito bem usado. (Aluno 17)

Esse mesmo estudante afirmou no questionário, antes da implementação do IpC:

Para usarmos o UCA com eficiência, precisamos seriamente de recomendações sobre o uso e métodos de ensino incluindo o UCA, que possuam muito mais eficiência. (Aluno 17)

Em relação à motivação proporcionada pelo uso do UCA em sala de aula, antes, do IpC, 68% dos alunos responderam que discordavam ou discordavam fortemente da afirmativa: “O uso do UCA, em sala de aula, me motiva a aprender”. Muitos comentários ilustram essa opinião, principalmente em relação a problemas técnicos. Um dos mais marcantes é:

Para implantar fixamente o UCA no(s) colégio(s) é preciso melhorar muito mais seu funcionamento, para atrair mais os alunos a quererem usar como forma de estudo, e não apenas para “matação” de aula (Aluno 11);

No mesmo sentido, o aluno 5 afirmou:

Não gosto do UCA devido a baixa capacidade de processamento que ele possui, e seu tamanho que é muito pequeno. (Aluno 5)

Após o IpC ser implementado, os alunos mostraram-se um pouco mais motivados. Cerca de 32% dos alunos “concordam” ou “concordam fortemente” que o UCA os motivou a aprender. A mesma percentagem foi encontrada para os alunos que “discordam” ou “discordam fortemente” da afirmativa. Na Tabela 4 vê-se o percentual em cada uma dessas alternativas. Apesar de ter sido verificada uma redução do número de alunos que se sentiam desmotivados quanto ao uso do UCA em sala de aula, o percentual de alunos satisfeitos com o UCA ficou bem aquém do desejável, provavelmente em decorrência dos alunos, ao responderem o questionário, não associarem a pergunta exclusivamente ao uso feito na disciplina de Física, ou seja, ao uso do UCA como sistema de votação para o IpC.

Tabela 4 – Frequência de respostas dos alunos à afirmativa: o uso do UCA, em sala de aula, me motiva a aprender, antes e depois da aplicação do IpC.

Opinião	Antes		Depois	
	Nº de respondentes	%	Nº de respondentes	%
Discordo fortemente	4	16	4	16
Discordo	13	52	4	16
Indiferente	4	16	9	36
Concordo	4	16	7	28
Concordo fortemente	0	0	1	4
Total	25	100	25	100

Os alunos não mudaram de opinião em relação à afirmativa que os UCAs, de certa forma, são uma distração em sala de aula (veja Tabela 5), conforme mostra a distribuição de respostas do questionário antes e depois do IpC. Tal concepção deve-se principalmente ao fato da possibilidade de livre acesso às redes sociais e outros *sites* que alguns criticavam. Ao

longo das aulas tivemos algumas ocorrências de alunos acessando tais páginas. Uma medida possível de ser adotada seria o bloqueio a tais *sites*.

Seguem alguns comentários de respondentes a esse respeito:

Acho que o UCA precisa de várias melhorias, pois ele distrai muito o aluno, principalmente para as redes sociais. (Aluno 3)

O UCA pode ser muito importante, mas as vezes ele é uma distração por isso ele deve ser usado apenas para pesquisar e fazer as atividades sem ser liberado por toda a aula e sim em parte dela. (Aluno 1)

Tabela 5– Frequência de respostas dos alunos à afirmativa: Os UCAs são uma distração em sala de aula, antes e depois da implementação do IpC.

Opinião	Antes		Depois	
	Nº de respondentes	%	Nº de respondentes	%
Concordo fortemente	10	40	6	24
Concordo	10	40	12	48
Indiferente	2	8	5	20
Discordo	2	8	2	8
Discordo fortemente	1	4	0	0
Total	25	100	25	100

Quanto à facilidade de manusear o UCA, de maneira geral, os alunos mudaram a intensidade de suas concordâncias ou discordâncias, mas em percentagens gerais não houve mudança. Somando as opções concordo e concordo fortemente, o percentual é o mesmo (68%), no pré e pós-questionário, conforme a Tabela 6. Tal resultado está atribuído ao fato de que os estudantes tiveram uma interação com o computador pontual, ou seja, utilizaram apenas para votar nos Testes Conceituais. Não exploramos, no estudo realizado, outras ferramentas oferecidas por tal equipamento. Dessa forma, não houve mudanças quanto ao aspecto manuseio do computador.

Apenas um dos alunos mencionou que:

Após o uso mais regular dos UCAs em sala de aula manuseá-lo tornou-se mais fácil. (Aluno 9)

Tabela 6 – Frequência de respostas dos alunos à afirmativa: *Tenho facilidade em manusear o UCA, antes e depois da implementação do IpC.*

Opinião	Antes		Depois	
	Nº de respondentes	%	Nº de respondentes	%
Discordo fortemente	0	0	2	8
Discordo	5	20	3	12
Indiferente	3	12	3	12
Concordo	5	20	14	56
Concordo fortemente	12	48	3	12
Total	25	100	25	100

Na aplicação inicial do questionário, 36% dos alunos responderam que sentem facilidade em aprender o conteúdo quando utilizam o UCA contrastado com o resultado de 52% na aplicação final do questionário (ver Tabela 7). Os alunos que apresentam uma posição contrária ao UCA mantiveram suas opiniões. Indicadores dessa postura contrária ao uso do UCA em sala de aula já foram aqui apresentados. Os respondentes que discordaram, ou discordaram fortemente, são os mesmos que se apresentaram adversos ao seu uso em outras afirmativas.

Tabela 7 – Frequência de respostas dos alunos à afirmativa: *Sinto facilidade em aprender o conteúdo quando utilizo o UCA, antes e depois da implementação do IpC.*

Opinião	Antes		Depois	
	Nº de respondentes	%	Nº de respondentes	%
Discordo fortemente	2	8	1	4
Discordo	4	16	5	20
Indiferente	10	40	6	24
Concordo	9	36	12	48
Concordo fortemente	0	0	1	4
Total	25	100	25	100

Em relação a recomendar que os UCAs sejam utilizados com outros alunos (Tabela 8) houve, principalmente, indiferença. Índícios desse comportamento encontram-se nos comentários sobre as configurações técnicas dos UCAs. Outra possibilidade é que os estudantes, no questionário aplicado ao final, não tenham associado recomendar o uso do UCA em conjunto com o IpC. Outra possibilidade é que eles disponham em suas casas de equipamentos melhores que os disponibilizados pelo PROUCA e isso os desmotivava.

Com grande frequência, os alunos responderam que parte de sua desmotivação em relação ao uso da ferramenta é causada por problemas técnicos, falta de capacidade de processamento, tela pequena, etc. Alguns comentários dos alunos apresentam tais opiniões:

A principal deficiência do UCA está em sua capacidade, tanto da velocidade de processamento quanto a da conexão. Uma forma de ter um maior aproveitamento do projeto é melhorar a capacidade do UCA. (Aluno 15)

O único problema do UCA é que o sistema ainda é primitivo, demorado, fazendo com o que os alunos fiquem irritados com a demora. (Aluno 25)

O manuseio do UCA é bem complicado, principalmente quando vamos digitar algo. (Aluno 3)

O UCA deveria ser mais rápido, com o intuito de agilizar as tarefas desenvolvidas em sala de aula. (Aluno 22)

Apesar disso, o uso do UCA por meio do IpC mostrou aos alunos que existem maneiras de utilizar a ferramenta que não exigem muito tecnicamente, resultando em uma mudança de opinião parcial quanto à utilidade dos UCAs e quanto à motivação dos alunos para usá-los.

Tabela 8 – Frequência de respostas dos alunos à afirmativa: *Recomendo que os outros alunos usem o UCA, antes e depois da implementação do IpC.*

Opinião	Antes		Depois	
	Nº de respondentes	%	Nº de respondentes	%
Discordo fortemente	3	12	2	8
Discordo	7	28	3	12
Indiferente	7	28	13	52
Concordo	6	24	7	28
Concordo fortemente	2	8	0	0
Total	25	100	25	100

4.2.2.3 Viabilidade do uso do UCA como sistema de votação do método IpC

Para conhecer a opinião dos alunos sobre o uso dos UCAs como sistema de votação do método IpC, uma das afirmativas do questionário era: “O UCA funcionou muito bem como sistema de votação para o IpC”, frente à qual os alunos deveriam se posicionar em uma escala de concordância com cinco níveis (escala *Likert*). Dos 33 respondentes (um estudante não estava presente no dia em que o questionário foi aplicado), 16 optaram pela alternativa concordo fortemente, 12 pela alternativa concordo, apenas quatro dos respondentes discordaram e um se manifestou indiferente.

Os respondentes que discordaram são os mesmos que, ao longo do questionário, apresentaram uma posição enfaticamente contrária aos UCAs, mesmo após o IpC ser

utilizado. Eles não simpatizavam com os UCAs devido às suas características técnicas inferiores aos dispositivos eletrônicos que esses alunos já utilizam há algum tempo em casa. Apesar da insatisfação de quatro alunos, a maior parte aprovou os UCAs como sistema de votação para o IpC, conforme pode ser visto, por exemplo, nesse comentário expresso no questionário:

Utilizar o UCA para a metodologia que estamos trabalhando em aula é útil, porém tem outros exercícios de outras matérias em que o UCA não facilita o aprendizado (Aluno 29),

Outras manifestações semelhantes foram constadas nas entrevistas semiestruturadas:

Do jeito que a gente usou é um jeito eficiente porque não precisa exigir muito do computador. Porque o computador não é muito dos melhores. (Aluno 2)

O UCA em si é muito lento, mas do jeito que ele foi bem empregado. (Aluno 17)

Apesar dos muitos comentários dos alunos em relação aos problemas técnicos do UCA, foi possível utilizá-los como sistema de votação, pois para tanto não é requerida capacidade maior do que a apresentada pelos mesmos, e não houve qualquer contratempo, porque, precavidamente, organizamos seu uso de modo que sempre estivessem com suas baterias carregadas. Além disso, o *Google Forms* constitui-se em um recurso muito útil para a coleta e rápida análise dos dados.

Ao analisarmos a viabilidade do uso das UCAs concluímos que, apesar da ferramenta poder ser utilizada para implementar o método, de fato, em condições em que o professor não conta com suporte de um técnico para organização e tem várias turmas para atender, não é viável utilizá-la. Em outras palavras, um professor que atua sozinho em sala de aula teria seu trabalho significativamente aumentado ao utilizar os *notebooks* educacionais como ferramentas de votação para o IpC.

As ações tomadas, descritas anteriormente, foram necessárias para o bom andamento da aula. Contudo, outras medidas que não foram adotadas ao longo da pesquisa podem ser incluídas como, por exemplo, bloquear o acesso às redes sociais ou sites indesejados, evitando, assim, uma possível dispersão da atenção dos alunos.

4.2.2.4 Convergência para a resposta correta

Para investigarmos a convergência para a resposta correta dos testes propostos sobre conteúdos de Eletromagnetismo quando os alunos são postos a discutir entre eles, fizemos uma análise descritiva de todos os Testes Conceituais utilizados neste trabalho. No total, foram respondidos pelos alunos 21 Testes Conceituais. Destes, doze tiveram frequência de acertos entre 35% e 70% e, portanto, conforme o IpC propõe, os alunos discutiram entre si. Apenas um Teste Conceitual teve frequência de acerto inferior a 35% e o tópico foi retomado. No restante dos Testes Conceituais o desempenho foi superior a 70%.

A Figura 9 sintetiza os resultados correspondentes às doze questões em que houve duas votações. Cada coluna é identificada pelo código a_n-q_m , onde n representa o número da aula (1, 2, 3, etc.) e m representa o número da questão. Na construção desse gráfico foi levada em conta a resposta de cada aluno na primeira e na segunda votação e seu desempenho no Teste Conceitual foi classificado nas seguintes categorias:

- correto para incorreto, quando o aluno optou pela resposta correta e depois da discussão entre os colegas optou pela opção incorreta;
- correto duas vezes, quando o aluno optou pela resposta correta antes e após a discussão;
- incorreto duas vezes, quando o aluno optou pela resposta incorreta antes e após a discussão;
- incorreto para correto, quando o aluno optou pela resposta incorreta e após a discussão optou pela resposta correta.

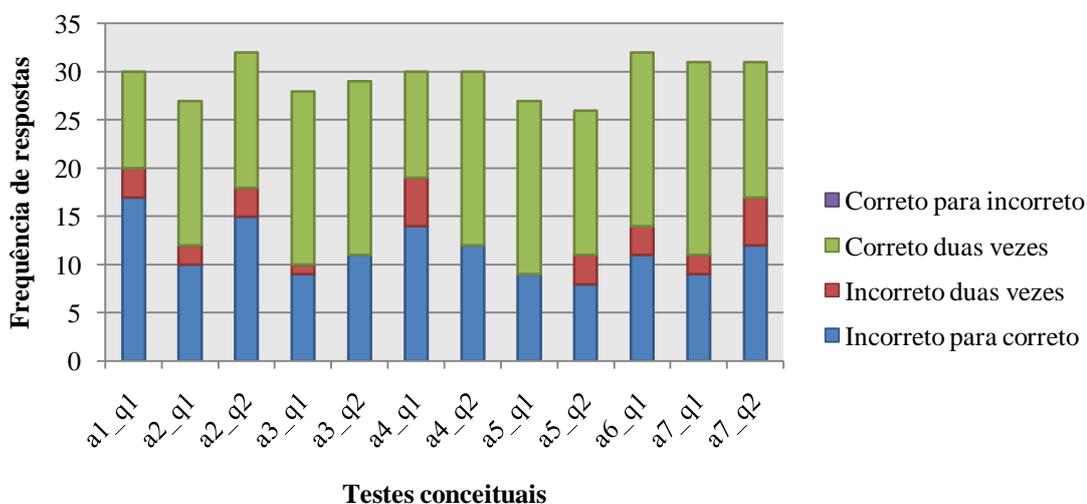


Figura 9– Distribuição de frequência de respostas para os 12 Testes Conceituais em que ocorreram discussões entre os colegas.

Observa-se na Figura 9, que a discussão entre os colegas favoreceu a convergência para a resposta correta. Em algumas votações tivemos alunos que mantiveram sua resposta incorreta; entretanto, o percentual foi baixo, comparativamente. Em três questões com discussão entre os colegas, tivemos 100% de convergência para a resposta correta, ou seja, todos os estudantes que marcaram a resposta incorreta foram convencidos pelos colegas que optaram pela resposta correta.

Consideramos que os estudantes tiveram um desempenho expressivamente positivo ao longo das discussões. Em todos os Testes Conceituais que tiveram discussões, a convergência ocorreu apenas para a resposta correta, e não se verificou nenhum caso em que a convergência ocorreu para a resposta incorreta.

É possível observar que, no estudo realizado, encontramos de maneira significativa a convergência para a resposta correta, conforme aponta a literatura (MAZUR, 1997; CROUCH *et al.*, 2007; CROUCH e MAZUR, 2001; BUTCHART *et al.*, 2009).

4.3 Estudo 2: estudo de caso com dois futuros professores de Física.

O objetivo principal do presente estudo foi investigar a prática do método IpC por dois estudantes em formação inicial do curso de Física Licenciatura e identificar quais os principais conflitos e dificuldades que eles encontraram ao utilizar esse método no período de regência da disciplina de estágio de docência. A fim de preservar a identidade de nossos sujeitos de pesquisa, chamaremos a graduanda de *Olívia* e o graduando de *Francisco*.

O processo de seleção desses sujeitos teve como critérios, além das características que serão relatadas na sequência do trabalho, a instituição na qual os graduandos realizariam seu estágio docente. *Olívia* e *Francisco* optaram pela mesma instituição em que o Estudo 1 ocorreu. Além disso, ambos os graduandos optaram por fazer sua regência em turmas de terceiro ano do Ensino Médio e não possuíam experiência docente em tal contexto de ensino.

Durante a etapa que antecedeu o período de regência, tivemos um contato mais próximo com *Olívia* e *Francisco*. Nesse período, foi possível perceber que eles possuíam perfis totalmente opostos, um completamente entusiasmado e comprometido (*Olívia*) e outro desmotivado e pouco comprometido com a disciplina (*Francisco*). Ao apresentarmos os relatos de observação, descreveremos em mais detalhes as características de *Olívia* e *Francisco*.

O sistema de votação dos Testes Conceituais que Olívia e Francisco utilizaram foram os *flashcards*. O professor orientador do estágio sugeriu que fosse utilizado tal sistema com o intuito de facilitar a implementação do IpC, visto que não seriam necessários preparativos prévios em relação a sistemas eletrônicos de votação, a exemplo do primeiro estudo no qual os UCAs foram utilizados e, para que não houvesse contratempos, o pesquisador teve muito trabalho antes de cada encontro; foi necessário checar cada computador para averiguar possíveis problemas com o sistema operacional, além de carregar totalmente as baterias dos 34 *notebooks*.

A realidade escolar vivenciada ao longo do período de regência do estágio de docência dos graduandos, bem como as experiências vivenciadas enquanto pesquisador e observador, e nossa descrição interpretativa, serão relatadas separadamente. Para cada graduando será dedicada uma subseção do presente capítulo, com o intuito de apresentar suas características, a descrição do cotidiano de sala de aula e os achados ao longo do período de observação. Ao final, apresentaremos uma síntese dos achados, almejando responder nossas questões de pesquisa.

Como instrumento de coleta de dados, além do caderno de campo, foram registradas em vídeo as aulas em que Olívia e Francisco utilizaram o IpC. Os trabalhos de conclusão de curso produzidos pelos graduandos também serviram como fonte de dados. Além disso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas, antes e após o período de regência.

Inicialmente, apresentaremos os objetivos da disciplina de estágio, acompanhada de uma descrição dos momentos que antecederam o início do período de observação da regência dos graduandos, nos quais o pesquisador teve a oportunidade de conhecer os sujeitos da pesquisa. Na sequência apresentaremos as características dos casos estudados, o cotidiano de sala de aula observado e alguns achados iniciais procedentes de cada caso.

4.3.1 A disciplina de estágio de docência

A observação aconteceu durante o período de regência da disciplina de estágio de docência do curso de Licenciatura em Física. Tal disciplina é oferecida aos graduandos que já cumpriram a maior parte da grade curricular do curso e encontram-se, preferencialmente, no último semestre. Seu objetivo principal é, além de “*oferecer ao futuro professor, estágio de um semestre letivo em escolas do sistema de ensino médio, que lhe propicie uma intensa*

vivência do contexto escolar”, dar-lhe a oportunidade de desenvolver competências relacionadas a:

- i. *compreensão da Física como saber a ser ensinado;*
- ii. *elaboração de planejamentos de unidades didáticas fundamentados em referenciais da pesquisa em ensino de Física;*
- iii. *desenvolvimento de capacidades de identificação e análise da interação entre alunos e professores em sala de aula;*
- iv. *análise crítica e organização do currículo escolar com base nos parâmetros curriculares nacionais, nos referenciais curriculares do nosso estado e em resultados da pesquisa em ensino de Física relatados na literatura;*
- v. *habilidades para escolher recursos didáticos e para implementar uma unidade didática de Física na educação básica em sintonia com investigações recentes no campo do ensino de Física;*
- vi. *desenvolvimento de condições para realizar e analisar a avaliação das suas atividades de professor e de aprendizagem dos estudantes;*
- vii. *aquisição de atitudes de valorização do trabalho do professor e de desenvolvimento de iniciativas, normas de trabalho e espírito crítico.*²¹

O período de regência ocorre após a etapa de observação, na qual o graduando cumpre 32 horas de observação de aulas de Física na instituição em que realizará seu estágio. O período de regência em sala de aula tem um total de 14 horas-aula.

O pesquisador não acompanhou a etapa em que os graduandos fazem suas observações; todavia, paralelamente a tal etapa da disciplina, os alunos do estágio de Docência possuíam encontros semanais com o orientador do estágio e, em parte desses encontros, o pesquisador se fez presente. Esse período foi de extrema valia; nele acompanhamos os medos e as inseguranças dos graduandos, a etapa de confecção dos planos de aula e de sua avaliação nos *microepisódios de ensino*²².

Nesse período os estudantes também tiveram contato com o método IpC, o qual foi apresentado pelo professor orientador. Cabe ressaltar que Olívia e Francisco já conheciam o IpC antes da disciplina de estágio de docência, porém nunca o haviam utilizado, tampouco presenciado uma aula em que o método tivesse sido utilizado.

Dos seis graduandos que se matricularam na disciplina de estágio de docência no primeiro semestre de 2012, apenas cinco finalizaram a disciplina. Dentre esses, apenas um optou por não utilizar o IpC durante a regência.

²¹ Extraído da súmula da disciplina.

²² Essa estratégia foi adotada pelo professor orientador do estágio com o intuito de proporcionar aos estagiários um espaço para testarem seus planos de ensino. Os estudantes tinham cerca de 20 minutos para apresentar o planejado para sua aula, simulando um episódio de ensino. Após a apresentação, os colegas e o orientador faziam comentários e sugestões.

4.3.2 O caso *Olívia*: suas características e o cotidiano de sala de aula

Olívia possuía características atípicas comparadas a de outros estudantes de Licenciatura em Física. Formou-se, inicialmente, no curso de Bacharelado em Física no ano de 2008 e, no mesmo ano, ingressou no Mestrado em Ciências dos Materiais. Imediatamente após a obtenção do título de Mestre, em 2010, optou por continuar sua formação acadêmica, ingressando no Doutorado em Física, que continua cursando atualmente.

Sua primeira opção, ao ingressar na Universidade, não foi realizar o curso de Licenciatura em Física, devido à aversão que possuía em relação à carreira docente, principalmente determinada por suas experiências não agradáveis ao longo da educação básica. O ingresso no Bacharelado em Física surgiu, então, como uma opção promissora, visto que almejava trabalhar apenas como pesquisadora.

Ao longo do período de graduação (Bacharelado em Física), Olívia teve contato com professores que a desmotivaram. Muitos deles, em suas disciplinas, abordavam o conteúdo de uma maneira mecânica e que exigia que os estudantes decorassem passos matemáticos. Além disso, em algumas situações, encontrou resistência por parte desses professores no esclarecimento de dúvidas sobre o conteúdo. Esses fatores fizeram-na desejar jamais possuir tal perfil como docente, visto que se deu conta que mesmo a vida acadêmica exige que os pesquisadores dediquem uma carga mínima de horas à docência.

Apesar das experiências negativas, seu contato com professores da área de Ensino de Física abriu novas perspectivas que, até então, não vislumbrava. Mesmo matriculada no curso de Bacharelado em Física, Olívia optou por “experimentar” algumas disciplinas do currículo de Licenciatura em Física para buscar suporte à sua formação como docente.

Nessa busca por uma melhor formação docente, cursou duas disciplinas, *Pesquisa em Ensino de Física e Epistemologia e História da Física*, que lhe propiciaram contato com colegas e professores que possuíam concepções sobre o ensino e sobre aprendizagem similares à sua. Além disso, ao cursar tais disciplinas, Olívia conscientizou-se que necessitaria de um aprofundamento em sua formação na área da licenciatura a fim de tornar-se uma boa docente.

Essa experiência paralela fez com que aspirasse continuar seus estudos na área do ensino. Seu ingresso inicial, no curso de Licenciatura em Física, ocorreu na forma de aluna especial, no ano de 2009, quando ela também se encontrava na condição de mestranda. Então,

passou a dividir suas atenções, a partir de 2009, entre duas formações, não desistindo, em nenhum momento, do desejo de se tornar uma boa educadora, ao contrário do que, em seu julgamento, ocorreu com a maior parte dos seus professores ao longo de sua formação básica e universitária.

Durante sua formação de pós-graduação, Olívia teve a oportunidade de ministrar algumas aulas, substituindo alguns professores pertencentes a seu grupo de pesquisa. Além disso, realizou o estágio de docência, exigido pelo programa de pós-graduação, em disciplinas de laboratório de Física Geral de cursos de graduação de engenharias. Todavia, não possuía qualquer experiência em docência no nível médio, quando se matriculou na disciplina de Estágio Docente.

Durante o período que antecedeu à regência, tivemos um contato mais próximo com Olívia, conforme já mencionado. Ao longo desse período, foi possível perceber que Olívia estava completamente entusiasmada e comprometida com a disciplina. Suas apresentações nos microepisódios de ensino eram de qualidade e, por muitas vezes, solicitou ao professor orientador permissão para rerepresentá-los, pois gostaria de novas avaliações para sua aula. Nesse período também foi realizada uma entrevista, na qual pudemos identificar as características aqui apresentadas.

O período de observação teve início no dia 27/04/2012 e se encerrou em 25/05/2012. A turma de 3º ano do Ensino Médio em que Olívia realizou seu período de regência era composta por 29 alunos. A maior parte das aulas aconteceu no laboratório de Física da escola, onde os alunos já estavam acostumados a ter as aulas de Física com o professor regente. Olívia não mostrou qualquer objeção à ideia de que as aulas fossem gravadas em vídeo.

Ao longo do período de observação, Olívia teve contato com a turma escolhida e, através de seu relato no trabalho de conclusão de curso, descreveu a turma como tendo problemas de concentração durante as explanações do professor regente. A interação entre os alunos e o professor regente se fez constante ao longo das aulas, apesar de que em algumas situações o foco dos estudantes se perdia durante o diálogo. O professor regente, segundo Olívia, mostrava-se mais sério do que na outra turma de terceiro ano que ela também observou.

Ainda em seu relato, Olívia comentou que os alunos da turma escolhida tinham certa aversão a estagiários, devido a experiências anteriores. O professor regente auxiliou no

processo de aceitação dos estudantes, comentando que Olívia utilizaria uma metodologia diferenciada e que havia selecionado a turma deles por achá-los mais abertos e divertidos.

Passaremos, a seguir, a descrever as nossas observações sobre o período de regência de Olívia. Será apresentado, inicialmente, um quadro contendo os conteúdos selecionados e os objetivos de ensino para a respectiva aula, destacados por Olívia em seus planos de aula (presentes no apêndice F).

Primeira aula

Quadro 1 - Conteúdos e objetivos de ensino: primeira aula - Olívia

Conteúdo:
<ul style="list-style-type: none">• Potencial Elétrico – primeira parte: conceito de diferença de potencial elétrico e sua importância;
Objetivos de ensino:
<ul style="list-style-type: none">• Aguçar a curiosidade dos alunos em relação aos conceitos de Física envolvidos em alguns dispositivos e equipamentos presentes no dia a dia e que serão discutidos nas próximas aulas;• Apresentar os conteúdos que serão trabalhados relacionando com os conteúdos já vistos e sua importância nas aplicações;• Relacionar a abordagem dos conceitos de potencial elétrico e diferença de potencial com o conceito já visto de campo elétrico, associando com os fenômenos presentes no comportamento do pêndulo eletrostático atraído pelo bastão carregado.

Momentos antes do início da primeira aula, 27/04/2012, Olívia, aparentando estar nervosa, conversou com o pesquisador e com o professor regente da turma, mostrando o material produzido para a aula que se iniciaria em instantes.

Mais próximo do sinal sonoro para o início da aula, alguns alunos começaram a chegar. Uma aluna, ao entrar no laboratório, chamou Olívia de “sora”, como se já mantivessem algum contato ou relação anterior. Essa mesma aluna possuía, em mãos, uma máquina fotográfica e tirou uma foto de Olívia, que agiu com naturalidade. Outros alunos começaram a chegar e um deles comentou com Olívia que, como era um bom aluno, sentaria na frente, próximo a ela.

O restante dos alunos prosseguiu entrando no laboratório e se acomodando nas mesas de maneira aleatória; aparentemente sentavam por ordem de afinidade. Após a entrada dos alunos, Olívia chaveou a porta do laboratório, seguindo a ordem do professor regente.

O professor regente, de mãos nos bolsos, esperou que os alunos parassem de conversar para fazer alguns comentários. Enquanto isso, Olívia colocou a data no quadro. Três

estudantes chegaram atrasados na aula e o professor regente permitiu a entrada, dizendo que daria esse “arrego”, pois era o primeiro dia de aula da professora nova.

Quando o professor regente estava pronto para dar alguns avisos, uma aluna perguntou sobre as provas realizadas antes do período de regência de Olívia. O professor disse que não as corrigiu e, então, começou as apresentações.

Professor: *Há duas pessoas novas nesta sala hoje, a professora Olívia, Bacharel, Mestre e Doutoranda em Magnetismo pelo Instituto de Física da UFRGS e o professor Maykon Müller, licenciado e mestrando em Ensino de Física pela UFRGS. Os dois estão aqui por motivos distintos, a professora Olívia está fazendo seu estágio de docência e, portanto, será a professora de vocês nas próximas sete ou oito aulas, já o professor Maykon está aqui na sala como pesquisador em ensino de Física, porque a professora Olívia implementará uma metodologia de ensino trazida da Universidade de Harvard.*

Enquanto o professor falava, uma aluna comentou: “tomara que seja bem fácil de aprender com essa metodologia nova”. O professor continuou sua fala, após algumas brincadeiras dos alunos e outra estudante questionando a respeito das provas.

Professor: *(...) queridos, vou pedir a colaboração de vocês, que vocês recepcionassem os professores de braços abertos. A professora Olívia a partir de agora irá assumir a turma e, portanto, ela será a professora eu estarei nas aulas, mas pessoal, eu estarei aqui só para desengargo de consciência. Acredito que não vai acontecer algum problema, vocês devem respeitá-la. E o professor Maykon, vocês podem interagir com ele, mas ele não será o professor. Inclusive ele está filmando as aulas.*

Uma aluna comentou, em tom de brincadeira, que o pesquisador iria editar os vídeos e por na internet. O pesquisador pediu licença para o professor e explicou que apenas ele teria acesso aos vídeos.

Passado esse episódio, o professor regente pediu uma salva de palmas para Olívia. Ela agradeceu pela recepção calorosa dos alunos e começou fazendo a chamada para conhecer melhor os alunos. Nesse instante os alunos se dispersaram bastante. Enquanto Olívia fazia a chamada, uma aluna perguntou ao professor regente se o conselho de classe seria realizado com a Olívia ou com ele. Ele respondeu que depois conversaria sobre o assunto.

Ao terminar a chamada, Olívia apresentou-se formalmente e comentou um pouco sobre seu trabalho. Ela começou sua explanação revisando conceitos anteriores ao seu período de regência, tentando interagir ao máximo com os alunos.

Olívia evidenciou a intenção de trazer para o ambiente de sala de aula exemplos de aplicações dos conteúdos que os alunos já viram e iriam ver. Após dar exemplos de aplicações dos conceitos físicos já trabalhados nas aulas anteriores, comentou com os estudantes que não

iria usar, exatamente, o livro²³; entretanto, os mesmos deveriam tê-lo como uma leitura complementar às aulas. Uma aluna, em reação à notícia, disse: “*graças a deus*”.

Com o projetor multimídia, apresentou uma espécie de sumário dos tópicos que seriam vistos ao longo de seu período de regência. Nessa mesma apresentação²⁴, trouxe alguns exemplos de aplicações dos conceitos que seriam discutidos nas próximas aulas. Sua primeira aula versou sobre potencial elétrico.

No início da aula, os alunos mostram-se interessados na abordagem contextualizada que Olívia propôs. Ela possuía grande domínio dos exemplos citados e respondeu atentamente a todas as perguntas dos alunos. Apesar disso, durante sua explanação, solicitou, por vários momentos, que os alunos prestassem atenção nela, fazendo gestos com os braços, alterando o tom de voz, etc. Olívia demonstrou, dessa forma, que preferia que a discussões das aplicações fossem deixadas em segundo plano, ou seja, que fossem apenas exemplos, e que de certa forma ela deveria ser o “centro” das atenções durante a explanação.

Além dos exemplos citados na apresentação projetada, levou alguns materiais para mostrar para os estudantes. Em específico, levou um disco rígido (HD) antigo, do final da década de 70 e um HD mais recente. O objetivo de Olívia era mostrar para os estudantes que a pesquisa feita nos laboratórios de Física possui grande repercussão na evolução da tecnologia.

Ao final da apresentação e da discussão com os alunos, Olívia comentou que as próximas aulas “*seriam divertidas*” e perguntou aos alunos se eles gostaram da nova abordagem. Os alunos, em coro, responderam que sim. Olívia disse que eles responderam isso apenas para não desanimá-la. Na sequência Olívia comentou:

Olívia: *Eu vou tentar animar vocês para estudar. Eu vou tentar fazer vocês prestarem atenção em mim (faz gestos com os braços nesse momento). Eu vou tentar trazer o máximo de aplicações possíveis e, além disso, a nossa metodologia de ensino, como falou o ‘professor’ (disse o nome do professor regente), veio lá de Harvard, porque eles também se preocupam em como ensinar Física e eles desenvolveram um método de ensino de Física. Nesse método, a gente depois vai testar, ver como funciona, vocês já devem ter ouvido falar por aí, vocês vão poder conversar, vocês vão poder discutir entre vocês e persuadir o colega, falando de Física, é claro. Se não seria muito simples, né! Saiu na Zero-Hora no domingo de Páscoa²⁵, uma reportagem sobre esse método sendo aplicado no interior, em um Instituto Federal; então é um método que está crescendo, na UFRGS é aplicado em algumas turmas*

²³ Gaspar, A., Compreendendo a Física Eletromagnetismo e Física Moderna, São Paulo, Editora Ática, 2012, Volume 3.

²⁴ Criada com o *software* PowerPoint.

²⁵ BACELO, J. Jornal Zero-Hora, p. 29, Porto Alegre. 08 de abril de 2012.

de Engenharia e em outras escolas de Porto Alegre, já fiquei sabendo que estão utilizando. Então, como a vida é um pouquinho difícil, vocês vão ter que ser avaliados, eu preciso saber como vocês estão compreendendo o que a gente está trabalhando. Vocês vão ter exercícios em laboratórios, o professor (diz o nome do professor regente) vem também, eu estarei aí. Vocês vão ter uma atividade experimental em uma aula, vai valer nota, mas não sei quanto ainda e vocês terão um teste no dia 15 de junho.

Aluno: *Que beleza em “sora”?*

Olívia: *O teste é claro que é necessário estudar para ele, mas ele não vai ser incoerente com aquilo que a gente aprender nas aulas. E, então, sabendo de tudo isso, eu espero que vocês estejam muito motivados para aprender tudo que eu tenho que falar.*

Aluna: *Sim!*

Olívia: *É útil, possivelmente alguém vai usar, se não usar, vai ser uma cultura pessoal, porque é muito útil no dia a dia. Vai ter um método de ensino diferenciado e enfim, vocês querem falar alguma coisa?*

Alunos: *Não.*

Na sequência, Olívia começou a revisar alguns tópicos que os alunos deveriam ter estudado para a prova anterior à sua regência. Começou perguntando qual era a diferença entre o vetor campo elétrico e o campo elétrico. Ao mostrar um *slide* contendo a representação de linhas de força de uma carga elétrica positiva, notou que alguns alunos estavam virados de costas e falou:

Olívia: *Prestem atenção em mim (fazendo gestos com as mãos). Meninos, prestem atenção em mim (alguns alunos começam a se virar e olhar para a frente). Por favor, eu preciso de atenção (Olívia ri nervosamente).*

Então, a exposição continuou; o tópico apresentado por Olívia era diferença de potencial. Durante a explicação, tentou incentivar a participação dos alunos ao máximo, fazendo perguntas em instantes oportunos. Quando os alunos faziam perguntas sobre o que estava sendo apresentado, respondeu atenciosamente e usou as respostas como ganchos para continuar a explicação.

Os alunos apresentaram muita dificuldade em acompanhar a explicação. Muitos não estavam interessados (mesa do fundo) e não prestaram atenção na explanação. Entretanto, os estudantes que estavam sentados na frente interagiram bastante com Olívia. Quanto à explicação do conceito de potencial e de diferença de potencial, Olívia optou por discutir em um nível mais conceitual as expressões que definem tais grandezas. Segundo ela, não deduziu as expressões algebricamente, pois o livro continha os passos necessários. Ao final da explicação, retomou o comentário do início da aula, no qual prometia explicar para os alunos o que saía da tomada elétrica.

Olívia optou por não apresentar alguns tópicos ao final da aula, pois pretendia utilizar os Testes Conceituais. Ela começou, então, a distribuir os conjuntos de cartões para as votações do IpC. O pesquisador e o professor regente ajudaram na distribuição. Após todos terem recebido os cartões, a estagiária começou a dar as instruções:

Olívia: *Prestem atenção! Eu vou propor para vocês uma questão e nós vamos ler juntos. É essa aqui que está no quadro. Vocês vão pensar em uma resposta que vocês acham plausível para essa questão entre essas alternativas e vão elaborar, no pensamento de vocês, não é para falar em voz alta, um argumento que defenda a opção de vocês. Entenderam? Então, seguinte, a questão (um aluno levanta um cartão), não respondam ainda, pensem na resposta e em um argumento na cabeça de vocês. Não conversem ainda!*

Então, começou a ler um Teste Conceitual²⁶ para os alunos. Esse primeiro Teste Conceitual tinha a finalidade de mostrar aos alunos como o método funcionaria e versava sobre os processos de eletrização (conteúdo visto com o professor regente). Todos os alunos prestaram atenção na leitura da questão, inclusive os alunos do fundo, que durante a explicação não haviam prestado atenção.

Assim que terminou de ler o Teste Conceitual, três estudantes levantaram seus cartões. Um aluno disse que já tinha pensado na resposta. Olívia, então, perguntou se todos já haviam pensado em suas respostas; no mesmo instante, mais quatro alunos levantaram seus cartões. A confusão tomou conta da sala de aula. Alguns alunos levantaram seus cartões, outros não. Os que não votaram estavam conversando com os colegas, perguntado a resposta correta. Outros ficaram induzindo os colegas a marcar na alternativa E (que não existia).

Olívia pareceu não saber o que fazer. Olhou para os cartões que estavam levantados e chegou à conclusão que a maioria votou na alternativa A. Como a alternativa estava correta, optou por perguntar para os alunos o porquê eles haviam escolhido tal resposta. Alguns alunos tentavam responder; todos falavam ao mesmo tempo; Olívia solicitou que apenas um falasse.

Um estudante se voluntariou e respondeu corretamente. Na sequência, perguntou aos estudantes como foi o processo de transferência de carga e os alunos também responderam corretamente. Para finalizar, perguntou se todos haviam entendido e comentou: “*ah! Essa foi muito fácil né?*”.

²⁶ Ver Teste Conceitual **OA1_T1**no Apêndice B.

Olívia passou, então, para a segunda questão²⁷. Leu o teste para os alunos, explicando, em detalhes, o que o enunciado queria dizer, ajudando, dessa forma, na compreensão dos estudantes. Enquanto lia as alternativas à questão apresentada, alguns alunos discutiam entre si e outros já começaram a levantar os cartões.

Assim como na primeira votação, os alunos conversaram entre si antes da votação inicial e o tempo para pensar na questão não foi respeitado, enquanto alguns alunos estavam pensando na questão, outros já haviam votado. Olívia, diante de tal situação, comentou:

Olívia: *Tem gente que não está votando, vamos lá pessoal.*

Aluno: *A gente tá em dúvida, professora.*

Alguns alunos, assim como na primeira questão, perguntaram, uns aos outros, o que haviam votado. Aos poucos, todos mostraram o cartão contendo a alternativa escolhida. Ao analisar a distribuição de respostas, Olívia comentou:

Olívia: *Então, neste [teste] não tá todo mundo concordando como na questão anterior. Então, agora, vocês vão conversar entre vocês e convençam alguém que respondeu diferente de vocês que vocês estão certos.*

Ao terminar sua fala, um aluno perguntou:

Aluno: *Só uma pergunta, as cargas são iguais?*

Olívia: *Não, uma é três vezes maior que a outra.*

Aluno: *E o sinal, é o quê?*

Olívia: *O sinal é positivo.*

Os alunos então começaram a discutir a questão; inclusive os alunos das mesas do fundo, que não prestaram muita atenção na explanação inicial da aula. Após, aproximadamente quatro minutos de discussão entre os estudantes, Olívia pediu a atenção. Eles estavam, nesse momento, muito dispersos; alguns ainda discutindo sobre a questão, outros sobre assuntos diversos.

Como solução para chamar atenção dos estudantes, Olívia subiu em cima de uma cadeira e começou a movimentar os braços. Um aluno, então, gritou pedindo silêncio. Após o silêncio dos alunos, Olívia pediu para que os mesmos votassem novamente. Os alunos, em sua grande maioria, votaram na alternativa B, a qual não era a resposta correta. Diante de tal

²⁷ Ver Teste Conceitual OA1_T2 no Apêndice B.

situação, Olívia solicitou que alguém que tivesse optado pela letra B justificasse sua escolha.

Um aluno explicou:

Aluno: *Eu acho que é o seguinte: como elas são uniformemente carregadas a carga é igual, daí elas não podem se atrair e como uma carga na esfera dois é três vezes maior do que na esfera um a seta vai ser maior. Por isso que eu acho que é a B.*

Ante o comentário do aluno, ela perguntou:

Olívia: *O que é essa seta?*

Os alunos começaram a discutir sobre a situação, até que chegaram ao consenso de que a seta representava a força em cada partícula. Apesar disso, não chegaram à conclusão correta (que as forças seriam iguais). Alguns alunos, após a discussão, disseram que a resposta correta é a C, a qual também não estava correta. Olívia pediu que justificassem tal resposta:

Aluno: *O um vai ser menor que o dois porque ele é mais leve e vai se movimentar mais.*

Olívia: *Então, vocês estão me dizendo que nós vamos ter duas forças e uma vai ser maior que a outra?*

Alunos: *Isso mesmo!*

Olívia: *Como é que calculamos a força?*

Um aluno respondeu corretamente a expressão da força elétrica, enquanto Olívia a copiava no quadro.

Olívia: *Esta é força e está em qual corpo? Esta é a força que o corpo 'um' age no 'dois'. E como é que é a força que o corpo 'dois' age no 'um'?*

Aluno: *Igual, "sora"!*

Ainda assim, alguns alunos continuaram achando a resposta "C" coerente. Um aluno sentado à mesa da frente disse que não concordava. Segundo ele as forças deveriam ser iguais:

Aluno: *Não importa qual o valor da carga um ou da carga dois, o produto delas vai ser sempre igual.*

Após esse comentário, alguns alunos se convenceram.

Olívia: *Estão falando que as forças são iguais. Todo mundo concorda?*

Alunos: *Sim!*

Um aluno disse:

Aluno: *Sim, porque elas estão uniformemente carregadas.*

Olívia: *O que significa dizer que elas são uniformemente carregadas?*

Aluna: *Que elas são neutras.*

Olívia: *Que as cargas estão distribuídas nesse corpo, de forma que não estão acumuladas em um canto.*

Aluna: *Que não estão polarizadas?*

Olívia: *Isso!*

Aluna: *Eu falei desde o início que era a “D”, desde a primeira votação!*

Aluno: *Eu falei que era a “D”!*

Olívia retomou a discussão da resposta correta, explicando passo a passo porque a resposta “D” era a correta. Primeiramente, justificou aos alunos que como as cargas possuíam o mesmo sinal, a força de interação entre elas é, necessariamente, repulsiva; portanto, as alternativas “A” e “E” não eram corretas. O argumento para justificar que a força de interação entre as cargas tinha a mesma intensidade nas duas esferas foi que, a expressão matemática que define a Lei de Coulomb depende do produto das cargas, e a ordem do produto não altera o resultado. Cabe ressaltar que não foi feita analogia à terceira Lei de Newton, visto que a ação e reação também é válida para a interação entre cargas elétricas.

Na sequência, passou para o terceiro Teste Conceitual²⁸ da aula. Leu atentamente a questão com os alunos e pediu que pensassem antes de votar. Passados alguns segundos, solicitou que os alunos votassem; não dando tempo o suficiente para pensarem. Nesse momento, alguns alunos conversavam entre si, enquanto outros (alunos da frente) votavam.

Olívia: *Antes de vocês conversarem, vamos pensar um pouquinho. Eu falei sobre a tomada, não falei?*

Alunos: *Falou!*

Olívia: *Que tinha 110 volts na tomada certo?*

Aluno: *Tinha 55 volts em cada pino.*

Olívia: *Alguém me ouviu falar em 55 volts aí?*

Alunos: *Não!*

Olívia: *Se a tomada tem 110 volts é porque um dos terminais está 110 volts acima do outro. Significa dizer que fornece 110 joules para cada coulomb de carga. O que os 110 volts da tomada têm a ver com os 12 volts da bateria?*

Um aluno começou a falar e Olívia disse que era para ele pensar um pouco. Passado alguns instantes, pediu que os alunos votassem novamente.

Alunos: *De novo?*

²⁸ Ver Teste Conceitual **OA1_T3** no Apêndice B.

Olívia: *Sim, de novo?*

Aluna: *Mas eu ainda acho que é a “C”!*

Olívia analisou a distribuição de respostas, não fez comentários a respeito e pediu que os alunos encontrassem alguém que escolheu uma resposta diferente. Os alunos começaram a discutir. Aparentemente, não havia confiança na resposta. Um aluno disse para outro:

Aluno: *Pergunta pro cara lá de trás (pesquisador) porque é a resposta “B”!*

Apesar desse comentário, o pesquisador não foi questionado. Olívia passou nas mesas para acompanhar as discussões, assim como nos testes anteriores. Os alunos, em muitas mesas, perguntavam qual a resposta correta; não foi revelada a resposta. Após dois minutos, aproximadamente, ela se dirigiu para a frente da sala e disse:

Olívia: *Está todo mundo convencido? Gente! (acenando os braços em forma de pedir atenção) Vamos votar de novo? Votando de novo, gente!*

Os alunos começaram a mostrar os cartões.

Aluno: *Tem duas correntes de pensamento muito fortes nessa sala.*

Olívia: *Tem!*

Olívia, então, pediu para os alunos que optaram pela letra “D” que comentassem sua resposta.

Aluno: *Nas extremidades tá dizendo que é as duas juntas, então vai ter seis de cada uma, seis mais seis dá 12.*

Olívia: *E quem respondeu “B”, respondeu por quê?*

Aluna: *É a mesma coisa que a tomada, uma é maior que a outra.*

Olívia: *E o que a tomada tem a ver com a bateria?*

Aluna: *As duas estão fornecendo energia.*

Olívia: *Certo. Mais alguém que marcou a letra “B”?*

Um aluno disse que optou pela letra “B”, mas estava com preguiça de responder. Olívia disse:

Olívia: *Preguiça de responder? Olha só! Vou chorar o final de semana inteiro! Gente, como a ‘Aluna’ (disse o nome da aluna) falou, a pilha e a bateria estão fornecendo energia elétrica e como os terminais da tomada funcionam dessa maneira, a bateria também vai funcionar assim.*

Aluno: *De que maneira?*

Outro aluno disse:

Aluno: *É a “C” ou a “D”, “sora”?*

Olívia: *Um dos terminais da bateria vai estar 12 volts acima do outro!*

Aluno: *Ah, não acredito, por quê?*

Olívia: *Porque a diferença de potencial é de 12 volts. O que isso significa? Significa que eu vou ter um portador de carga que vai se mover de um terminal para o outro e que ele vai receber 12 joules para cada coulomb de carga.*

Alguns alunos relutaram para aceitar a “B” como resposta correta ao Teste Conceitual. Olívia, então, encaminhou o final da aula.

Olívia: *Prestem atenção em mim! (Bate na mesa) Só para encerrar! Na semana que vem vou tentar fazer vocês entenderem o que é esse potencial elétrico e como ele descreve o campo elétrico. Vou apresentar para vocês o que são superfícies equipotenciais. Sugiro fortemente que vocês leiam o livro!*

A aula se encerrou alguns minutos antes do sinal sonoro. Alguns alunos foram em direção à Olívia perguntando sobre a questão das forças (Teste Conceitual dois).

Quadro 2 – Síntese interpretativa: Caso Olívia – Aula 01

De maneira geral, Olívia dominava o conteúdo a ser discutido na aula, entretanto, encontrou grandes dificuldades para manter a atenção dos alunos; a turma parecia estar muito dispersa e em vários momentos pediu silêncio e que prestassem atenção nela.

Olívia apresentou bom desempenho nas respostas às indagações dos alunos durante a explanação. Contudo, não apresentou diferentes abordagens para a justificativa das respostas corretas nos Testes Conceituais. Um exemplo foi o segundo teste que, apesar de não possuir um conceito apresentando durante a explanação, não teve justificativas alternativas exploradas. Os alunos, aparentemente, acabaram não assimilando a justificativa de Olívia, apesar de alguns afirmarem que haviam compreendido. Além disso, teve alguns problemas de imprecisão de linguagem.

Os alunos se mostraram receptivos ao método e engajaram-se na discussão das questões. Mesmo os alunos que não prestaram muita atenção nas explicações iniciais de Olívia, discutiram as questões com os colegas.

No andamento temporal da aula sugerido pelo método IpC, houve imprecisão em dois dos três testes apresentados. Deu pouco tempo para os alunos pensarem em suas respostas, o que acabou ocasionando certo tumulto, pois alguns estudantes já tinham pensando e outros não. Além disso, muitos estudantes, antes de votar, acabaram perguntando, para os colegas, qual a alternativa que eles julgavam ser a correta.

Outro fator a ser destacado é que Olívia não soube lidar com o erro geral da terceira questão (questão que envolvia conceitos trabalhados na aula). O método sugere que seja apenas apresentada a resposta do teste, discutindo o erro, ou, que a explicação conceitual do tópico seja retomada. Ela optou por refazer a votação e o erro continuou, os alunos foram postos a conversar e não houve convergência para a resposta correta. Tal opção não gerou, aparentemente, ganhos significativos de aprendizagem para os alunos.

Segunda aula

Quadro 3 - Conteúdos e objetivos de ensino: segunda aula - Olívia

Conteúdo:
<ul style="list-style-type: none">• Potencial Elétrico – segunda parte: recapitulação dos conceitos vistos sobre diferença de potencial; superfícies equipotenciais; raios na atmosfera.
Objetivos de ensino:
<ul style="list-style-type: none">• Explicar as superfícies equipotenciais como outra maneira de representação do campo elétrico;• Relacionar o comportamento das superfícies equipotenciais e a intensidade do campo elétrico;• Relembrar a importância do conceito de diferença de potencial para o estudo de circuitos elétricos;• Articular a importância de compreender os capacitores e dielétricos para compreensão dos raios na atmosfera.

Momentos antes do início da segunda aula, 04/05/2012, Olívia conversou com o pesquisador a respeito dos materiais produzidos para aquela aula, e as possíveis alternativas caso tais materiais não funcionassem. Quando o professor regente da turma entrou no laboratório, Olívia comentou que estava nervosa, devido à possibilidade do professor supervisor do estágio comparecer à sua aula.

Antes da entrada dos alunos, Olívia comentou com o pesquisador que uma aluna a procurou perguntado se nas próximas aulas eles continuariam “*levantando as plaquinhas*”. Ela afirmou que sim. Todavia, indagou a aluna sobre o fato da mesma não ter prestado muita atenção na sua explanação (na aula anterior a aluna esteve quase todo o tempo de costas para a professora) e se esse fato era devido a não ter gostado da metodologia. A aluna respondeu que gostou muito da aula e do método, mas que seu comportamento em aula era usualmente esse, ou seja, que ela costumava conversar muito em aula. Esse fato chamou a atenção de Olívia e do pesquisador.

Duas alunas entraram no laboratório e perguntaram sobre uma possível visita ao laboratório onde Olívia trabalhava. Ela se mostrou receptível à possível visita delas. Tais alunas, assim como na aula anterior, sentaram na frente (na mesa onde Olívia colocou o *notebook* com o projetor para projeção dos *slides* preparados para a aula). Olívia aparentou ter um vínculo amigável com elas.

O restante da turma começou a entrar no laboratório logo após o sinal tocar. O assunto mais comentado nesse momento foram as provas que os alunos realizaram antes do período de regência de Olívia. Muitos perguntaram se ela entregaria as provas. Alguns alunos se mostraram preocupados com seus respectivos desempenhos e disseram preferir nem saber as

suas notas (conceitos: A, B, C, D). Nesse momento o professor regente da turma conversou com os estudantes.

Aluna: *Se eu tirar C (média) eu estou feliz.*

Professor: *Então tu vai ficar triste!*

Alguns alunos riram nesse momento.

Professor: *O quê eu falei que ia dar?*

Alunos: *Zebra²⁹!*

Professor: *E o quê deu?*

Alunos: *Zebra!*

O professor fez um gesto com a mão negando a afirmativa dos alunos.

Aluno: *Deu pior que zebra!*

Professor: *Deu cruza de jacaré com zebra!*

Nesse momento alguns alunos da frente perguntaram se ele entregaria a prova. O professor comentou que apenas no conselho de classe a turma saberia a nota da prova.

Aluno: *Alguém desta turma tirou C?*

Professor: *Dois “caras” tiraram C. Dois caras não né! Ou melhor, dois alunos; pode ter sido uma guria.*

Alguns alunos pediram silêncio e o professor continuou.

Professor: *As provas serão entregues no dia do conselho, terça-feira ou quarta, não sei. Então vamos fazer o seguinte: o semestre não terminou; vocês não têm conceito ainda, porque é só o parecer³⁰; vocês têm ainda mais duas provas pela frente, as provas são cumulativas, vai continuar caindo coisa que já caiu. A próxima prova será feita por essa professora. Ela é a professora de vocês. Tá? Então, toca ficha, e gente, aproveitem a aula dela. Porque é ela que vai fazer a prova, ela que vai cobrar as coisas de vocês.*

Olívia: *Gente, como vocês passaram da semana passada pra cá?*

Aluno: *Ah, com saudade só!*

Olívia riu (um pouco desconfortável com a situação).

Olívia: *Imagino! (respondendo ao aluno). Vocês estudaram?*

²⁹ A expressão "dar zebra" é utilizada em situações em que o resultado se mostra algo impossível de acontecer. Sua origem surgiu no popular Jogo do Bicho, visto que entre os 25 animais, a zebra não está presente. O significado usado pelo professor era para indicar que as ações empreendidas pelos estudantes iam ter consequências ruins como resultado, apesar dos alunos parecerem supor a impossibilidade disso acontecer. Fonte: <http://noticias.terra.com.br/educacao/vocesabia/interna/0,,OI3045174-EI8402,00.html>

³⁰ Os alunos receberam apenas um parecer, a nota final foi divulgada apenas ao final do semestre.

Alguns alunos responderam que sim, todavia a maioria respondeu que não.

Olívia: *Vocês gostaram da aula?*

Grande parte dos alunos respondeu que sim. Um aluno afirmou:

Aluno: *O método é de Harvard né “sora”, é diferente!*

Alguns alunos sentados na frente perguntaram novamente sobre a prova e Olívia disse que o professor iria entregar no dia do conselho.

Olívia: *E vocês estudem para recuperar essa nota. Eu vou fazer a prova e vai, vai dar zebra!*

Um aluno, aparentemente indignado com o discurso de Olívia falou:

Aluno: *Ah, vocês ficam dizendo que a gente vai ficar abaixo antes de fazer a prova!*

Olívia, diante de tal situação, tentou amenizar dizendo:

Olívia: *Isso é para impulsionar vocês a estudar!*

Sem dar espaço para a discussão começou a fazer a chamada. Após terminar tal tarefa a aula começou com a retomada de um dos Testes Conceituais³¹ apresentados na aula anterior.

Olívia: *Alguns de vocês me disseram que não entenderam. Por isso que eu vou retomar. Quem entendeu, gostaria de se manifestar?*

Aluno: *Eu!* (aluno sentado na primeira mesa do laboratório)

Olívia: *Pode se manifestar. O que pergunta a questão?*

Aluno: *Ali pergunta qual dos desenhos que está simbolizando, ou representando, a situação que mostra corretamente o fenômeno que ocorre. Ali a direção e a magnitude das forças eletrostáticas.*

Olívia: *Tá, então tá perguntando a magnitude das forças eletrostáticas. Como que é a força eletrostática?*

O mesmo aluno respondeu:

Aluno: *Positiva!*

Olívia: *Positiva é o quê?*

Aluno: *Como assim?* (outro aluno)

Olívia: *O que é positivo?*

Aluno: *O sinal da carga.*

Olívia: *Tá, o sinal da carga é positivo. E se as duas cargas estão com o mesmo sinal, elas?*

Alunos: *Se repelem!*

³¹ Ver Teste Conceitual **OA1_T2** no Apêndice B.

Olívia: *Então a gente já pode eliminar a letra “A” e a letra “E”. Certo?*

Alunos: *Certo!*

Olívia: *Na letra “A” as forças têm mesma direção e sentido, e na letra “E” uma das cargas não tem força.*

Nesse momento, a professora abriu a porta do laboratório, que havia sido chaveada após a entrada dos alunos, visto que dois alunos chegaram atrasados. Ela avisou que os alunos ganharam falta no primeiro período e retomou a explanação.

Olívia: *Onde eu estava? Ah, sim, e aí?*

Aluno: *E aí várias pessoas pensaram que por uma carga ser maior do que a outra, ou vice-versa, elas teriam o vetor maior ou menor do que o outro.*

Olívia: *Por que isso?*

Os alunos ficaram em silêncio.

Olívia: *Porque vocês estão confundindo a representação da força com a carga. O quê é a força? A força que o corpo 1 sente devido a presença do corpo 2, e vice e versa, é o produto das cargas dividido pela distância ao quadrado. Por isso que a resposta certa é a?*

Alunos: *“D”!*

Após a explicação, os alunos pareceram estar convencidos da resposta correta. Contudo, assim como na aula anterior, não houve menção à terceira Lei de Newton. Cabe ressaltar que na última fala de Olívia houve alguma imprecisão, na verdade a força elétrica é proporcional ao produto das cargas dividido pela distância ao quadrado. Ficou a impressão de que a explicação deveria ter abordado uma análise mais qualitativa da situação.

Passado esse primeiro momento, Olívia começou a explanação do conteúdo programado para aquela aula, o qual versava sobre potencial elétrico. Olívia optou por abordar tal conteúdo utilizando como tema motivador os raios. Ela apresentou um vídeo de uma descarga elétrica e algumas curiosidades a respeito do fenômeno.

Durante a explicação, repetidas vezes Olívia teve que solicitar o silêncio dos alunos. Diferentemente da aula anterior, ela apenas ficou quieta por alguns segundos para que os alunos “entendessem o recado”, ou seja, ficassem em silêncio. Em alguns momentos, os próprios alunos pediram que os colegas ficassem em silêncio para Olívia falar. Em um dos momentos Olívia falou:

Olívia: *Vocês vão ter um momento para conversar na hora do Peer Instruction. Agora vocês podiam prestar atenção em mim, porque eu vou fazer a prova e vou me lembrar disso quando eu estiver fazendo a prova. E vai dar zebra com macaco!*

Os alunos apresentaram dificuldades na compreensão do conceito de diferença de potencial. Olívia apresentou algumas situações do cotidiano relatando quando existia diferença de potencial. Como exemplo, argumentou que para levar um choque elétrico em uma tomada elétrica, era necessário que houvesse uma diferença de potencial entre a tomada e o corpo da pessoa. Além disso, discutiu com os estudantes em que situações uma pessoa tomaria um choque elétrico caso estivesse dentro do oceano durante uma tempestade de raios.

Um dos motivos pelos quais a aula tornou-se uma “bagunça”, deveu-se ao fato de que vários alunos estavam discutindo a respeito dessas situações nos pequenos grupos. Nessas ocasiões, os alunos que não estavam prestando atenção na aula, começaram a discutir com os colegas. Os assuntos facilmente migraram para outros que não pertenciam ao corpo de conhecimento da aula.

Olívia, então, começou a argumentar quais os fatores necessários para que ocorra uma descarga elétrica, através de um modelo apresentado em seus *slides*.

Olívia: *Isto aqui é um esquema, muito bem feito, da eletrização. O quê ocorre: tem que ter carga elétrica para ter descarga e tem que ter diferença de potencial. Concordam?*

Alguns alunos responderam que não concordavam.

Olívia: *Como assim vocês não concordam? Tá me sacaneando, né? Concordam sim, certo!*

Nesse momento os alunos se dispersaram novamente e ela comentou:

Olívia: *Eu já parei a aula umas dez vezes, vocês podiam ser bonzinhos, né?*

Os alunos pareceram não dar muita atenção ao pedido. Entretanto, ela continuou a explicação dos possíveis processos que ocorrem dentro da nuvem para que aconteça a sua eletrização.

Olívia apresentou o exemplo de uma carga puntiforme entre duas placas paralelas carregadas (com sinais opostos) e indagou os estudantes a respeito do que aconteceria com tal carga. As respostas dos estudantes foram as mais diversas possíveis, todas completamente equivocadas. Apesar das respostas erradas, Olívia retomou o raciocínio com os alunos. Mesmo depois de todo o esforço, grande parte dos alunos continuou a conversar e, por consequência, permaneceu sem assimilar o conteúdo. Em alguns momentos da explicação, ela tentou fazer *links* com conteúdos anteriores; entretanto, os alunos pareceram não acompanhar o raciocínio e aparentavam não se recordar da aula anterior (movimento de um corpo

carregado – carga de prova – próximo a outro corpo carregado que gera um campo elétrico e potenciais elétricos).

Olívia: *Naquele meu desenho um pouco mais complexo, eu estou separando uma nuvem e o solo para explicar mais facilmente. E eu posso então, fazer minha nuvem e o meu solo virarem placas paralelas³², para eu estudar com mais facilidade, certo? Então todo mundo está de acordo que eu vou estudar esse fenômeno que ocorre entre a nuvem e o chão, ou entre alguma coisa e outra, com placas paralelas. Uma negativa e uma positiva com carga Q , as duas com a mesma carga.*

O grupo de alunos sentados no fundo do laboratório continuava a conversar durante a explicação.

Olívia: *Vocês viram. (Interrompe sua explicação) Aí, o pessoal lá do fundo não colabora comigo! (com as mãos na cintura e uma expressão de desânimo por não estar conseguindo manter a atenção de todos os alunos).*

Então, continuou sua explicação:

Olívia: *Isso aqui vocês viram na aula passada, lembram? (potencial gerado por uma carga e o movimento de outra carga puntiforme nesse potencial)*

Alguns alunos disseram que não, outros que sim, e uma aluna disse:

Aluna: *Sim, só que sem as placas.*

Olívia: *A gente vai ver que para as placas paralelas vai ser a mesma coisa. Essa linha representa o quê? (Apontando para as linhas de campo elétrico)*

Aluno: *O campo elétrico!*

Olívia: *Isso. A gente estudou, então, o que acontecia em cima de uma linha de campo elétrico. Se eu colocar uma carga no meio dessas placas, o que acontece?*

Aluno: *Uma carga?*

Olívia: *Uma carga de prova.*

Aluno: *Ela vai ficar estável!*

Olívia, meio decepcionada com a resposta do aluno, tentou auxiliá-lo na argumentação.

Olívia: *O que vai acontecer entre essas placas? Eu tenho duas placas carregadas de sinais diferentes.*

Aluno: *Elas vão estar se atraindo, então como vai ter uma força de atração e como vai ter a mesma atração, uma positiva e uma negativa ela vai estabilizar no meio, nem para uma placa nem para outra.*

Olívia: *O que vai estabilizar no meio?*

³² Ver slides 1 a 3 no Apêndice D.

Outros alunos, que estavam prestando atenção no argumento do colega responderam:

Alunos: *A partícula!*

Olívia: *E o que tem aqui no meio?*³³

As respostas nesse momento foram as mais variadas: “*neutralidade, vácuo, ar*”. Um aluno respondeu corretamente que havia um campo elétrico. Olívia, perplexa com as respostas, comentou:

Olívia: *Vai dar zebra!*

Nesse momento, ela retomou toda a explicação a respeito da representação do campo elétrico através das linhas de força. Aparentemente, Olívia deu voz aos estudantes para que eles explicitassem seu conhecimento; entretanto, os alunos estavam equivocados, tendo em vista que como as placas eram de sinais contrários, não era possível que uma partícula carregada ficasse estável na região entre as placas devido à ação exclusiva do campo elétrico gerado por elas.

Olívia: *Tenho dois corpos carregados, o que eu tenho entre eles? Campo elétrico, certo? Que vai do positivo para o negativo.*

Ela continuou sua explicação com o intuito de convencer os alunos que o trabalho necessário para movimentar uma carga independe do caminho; depende apenas do ponto inicial e do ponto final. Nesse momento da aula, a maioria dos alunos não estava prestando atenção na aula, exceto os mesmos alunos que estavam interagindo com a professora anteriormente.

O argumento utilizado por Olívia baseia-se no teorema do trabalho e da energia. Os alunos, aparentemente, não recordavam de tal teorema; desse modo, de maneira geral, aceitaram a explicação da professora sem fazer conexão com tal teorema.

Olívia: *O que vai acontecer com a carga, então, em cima dessa linha de campo elétrico?*

Aluno: *Ela vai seguir o sentido do positivo para o negativo.*

Olívia: *Por quê? Cargas de sinais diferentes?*

Aluno: *Se repelem. Se atraem.*

Olívia: *E se eu fizesse um caminho assim (aponta para a imagem projetada)³⁴, uma coisa que meio que parece um triângulo. A diferença de potencial mudaria?*

Aluna: *Sim!*

³³ Ver *slide* 4 no Apêndice D.

³⁴ Ver *slide* 5 no Apêndice D.

Outros alunos também concordaram.

Olívia: *Não! Vocês se lembram da aula passada que a gente viu que a trajetória não importava? Porque movimento dependia do trabalho e o teorema trabalho-energia nos diz que o trabalho só depende do ponto da energia cinética final e inicial.*

Aluna: *Eu parei de entender na hora que tu disse trabalho, “sora”!*

Olívia: *Por quê?*

Aluno: *Porque ela tem problema!*

Aluna: *Não, é sério. É porque tu falou muito trabalho e coisa assim e eu não entendi.*

Olívia: *Quando essa partícula se move em uma linha, nessa ou na da aula passada.*

Aluno: *O que se move, o A ou o B?*

Olívia: *A carga se move. A e B são pontos do espaço.*

Aluno: *Tá e porque tem aquela linha?*

Olívia: *Porque é um caminho qualquer que eu desenhei.*

Aluno: *E por quê?*

Olívia: *Por que eu posso tentar fazer, não posso? Agora, essa é a pergunta; o trabalho em linha reta, se eu sair daqui e vir pra cá [aponta para a imagem³⁵ indicando um caminho retilíneo entre os pontos A e B], é diferente do trabalho da outra trajetória?*

Aluno: *Não.*

Olívia: *Por quê? Porque o teorema do trabalho e energia diz que o trabalho realizado no movimento depende só da energia do ponto inicial e do ponto final, entendeu?*

Um aluno sentado à mesa da frente, aparentemente, respondeu que não.

Olívia: *Tá, se não entendeu depois eu explico com mais calma. Alguém mais não entendeu?*

Os alunos não se manifestaram.

Olívia: *Vou acreditar que vocês estão entendendo tudo.*

Olívia continuou a explicação, dando mais exemplos. Ela apresentou um caminho diferente entre esses dois pontos e poucos alunos responderam corretamente. Mesmo assim, continuou a explicação.

Olívia: *E se eu pegar dois pontos³⁶, ao invés de pegar na linha [de campo elétrico], pegar em linhas diferentes?*

Aluna: *Não vai mudar.*

Olívia: *O caminho não importa; nada vai mudar. Mas eles estão, C e D, estão à mesma distância das placas, certo? Logo eles estão ao mesmo potencial. E essas linhas que eu estou*

³⁵ Ver slide 5 no Apêndice D.

³⁶ Ver slide 6 no Apêndice D.

representando em pontilhado, tá todo mundo enxergando? O pessoal do fundo tá enxergando? São chamadas superfícies equipotenciais. E vai cair na prova!

Aluna: *Então, o trabalho entre C e D é zero porque estão na mesma linha?*

Olívia: *É zero. Exatamente.*

Olívia pediu, então, que a aluna repetisse mais alto para os colegas escutarem.

Olívia: *Se eles estão à mesma distância e têm o mesmo potencial, se eu tiver dois pontos em cima dessa linha o trabalho vai ser zero.*

Aluno: *E entre A e B também vai ser zero?*

Olívia: *Não, porque não está na mesma linha [de potencial]. Tá na mesma linha de campo [elétrico].*

A imprecisão no argumento de Olívia pode, facilmente, fazer com que os alunos pensem que, assim como a linha de potencial representa pontos que têm um mesmo potencial, a linha de campo elétrico representa pontos que têm um mesmo campo elétrico, o que de fato é verdade apenas quando o campo elétrico é uniforme, a exemplo das placas paralelas. Uma possibilidade seria explicar o que acontece com uma carga colocada sob uma linha de campo elétrico e, na sequência, argumentar quais são os fatores que influenciam tal movimento.

Após o término da explicação, Olívia falou:

Olívia: *Então, vamos para o Peer Instruction, ou Instrução pelos Colegas, em tradução livre. Vocês vão receber as cartelas novamente.*

Aluno: *Ai meu deus! Tem que ter fé né, “sora”?*

Olívia: *O negócio é assim, eu vi que na aula passada teve gente que não participou; se continuar assim, eu não quero, mas eu vou ser obrigada a considerar notas: quem participou ganha, e quem não participou não ganha.*

Um aluno comentou se era possível “chutar”.

Olívia: *Assim, vocês vão receber os cartões, eu vou propor a questão. Quando eu propuser, vocês pensem em uma resposta, tá? Se vocês não souberem nada, assim, quem tiver preguiça de pensar eu vou saber, porque a gente sabe se os argumentos são bons. Quem não souber realmente a gente faz, de repente, uma votação de certeza ou não. Tá?*

Olívia entregou, então, os cartões, com a ajuda do pesquisador. Após todos receberem, ela checkou se todos os alunos receberam e possuíam todas as letras. Os alunos, nesse momento, estavam bem agitados.

Olívia: *Todo mundo tem A, B, C, D e E? Vamos para a primeira questão. Uma carga de prova, pode ser(...)*

Ela interrompeu a leitura, visto que os alunos estavam extremamente agitados e não estavam se comprometendo com a aula.

Olívia: *Eu estou ficando irritada. Se eu ficar muito irritada eu vou mandar para o SAE (Setor de Apoio Pedagógico) hoje.*

Um silêncio absoluto se instaurou na aula.

Olívia: *Vocês têm que estudar gente, vocês irão muito mal na prova, de novo. E vocês vão ir mal mesmo.*

Aluna: *Como assim?*

Olívia: *Sim, vocês já foram mal na primeira prova.*

Após essa situação, Olívia recomeçou a leitura da questão conceitual³⁷. Ela leu o enunciado completamente, fez sinais para ajudar os estudantes na compreensão da figura e pediu que os alunos pensassem sozinhos a respeito da questão e que montassem um argumento para tal resposta. Mesmo com o pedido de Olívia, vários alunos conversaram entre si sobre a questão.

Olívia: *Pensem, não respondam. Pensem e criem um argumento, um argumento mental. Não falem. Silêncio total. Não conversem. Cada um por si.*

Ela cronometrou, aproximadamente, dois minutos e solicitou que os alunos respondessem. Nessa primeira votação, os estudantes divergiram de opiniões e Olívia solicitou que eles interagissem entre si. Nesse momento, inclusive os alunos que não estavam prestando atenção na aula conversaram com os colegas sobre o Teste Conceitual. Olívia foi chamada nas mesas e ouviu atentamente os argumentos dos alunos; entretanto, não forneceu a resposta correta.

Passados, aproximadamente, quatro minutos, ela solicitou que os alunos mostrassem os cartões com as novas respostas. Após olhar a distribuição das respostas dos alunos e, notando que não houve convergência para a resposta correta, Olívia falou:

Olívia: *Mas vocês não concordam entre si?*

Aluno: *Não!*

Aluna: *Todo mundo tem uma opinião muito forte!*

Aluno: *Tá, diz qual é que é, “sora”.*

Olívia: *Certo, quem respondeu “B”, qual é o argumento?*

³⁷ Ver Teste Conceitual OA2_T1no Apêndice B.

Aluno: *No caso, o 'i' vai pro A, daí ele vai ter trabalho. Só que como o A vai ficar na mesma linha, ele não vai ter trabalho.*

Olívia perguntou se alguém discordava do argumento do colega e os alunos não se manifestaram. O argumento apresentado pelo estudante continha indícios de que não houvera uma compreensão da questão apresentada. O 'i' mencionado é o ponto inicial e 'A' é uma possível trajetória entre o ponto inicial e o ponto final. A imagem projetada não estava clara. Uma alternativa seria destacar, em cores diferentes, cada caminho; dessa forma, facilitaria a interpretação da situação apresentada.

Olívia retomou a explicação da questão, lembrando a configuração das linhas de potencial entre placas paralelas e pediu que os alunos conversassem mais uma vez para ser realizada uma terceira votação. Os alunos conversaram entre si por mais, aproximadamente, três minutos e Olívia solicitou, então, que eles votassem novamente. A distribuição das respostas, novamente, não convergiu para a correta.

Claramente os alunos ainda apresentavam problemas na compreensão do conceito de diferença de potencial. Tal conceito envolve um nível de abstração dos estudantes e, aparentemente, os alunos ainda não compartilhavam os significados almejados por Olívia. Apesar do IpC auxiliar na detecção de possíveis problemas no compartilhamento de significados entre professor e estudante, não houve uma atenção ao fato de, mesmo após a discussão entre os colegas ter ocorrido duas vezes, os alunos ainda não estavam compreendendo a situação apresentada.

Olívia perguntou aos estudantes as justificativas das respostas dos alunos que votaram nas alternativas. Apenas uma aluna respondeu corretamente. Olívia, diante de tal situação, retomou o *slide* anterior³⁸, onde todos os alunos tinham concordado que o trabalho dependia apenas do ponto inicial e do ponto final.

Olívia: *Eu fiquei muito mais tempo explicando isso aqui (slide anterior). Por quê? Porque essas várias trajetórias têm o mesmo trabalho. Todo mundo respondeu que tinha o mesmo trabalho; todo mundo concordou, certo? Até me lembro o porquê: o teorema do trabalho e energia (faz gestos com as mãos)... Aí eu coloco essa questão e vocês não sabem responder. Tem alguma coisa errada.*

Aluno: *Mas alguém acertou, né "sora"?*

Alguns alunos ficaram impacientes querendo saber a resposta.

³⁸ Ver *slide*6 no Apêndice D.

Olívia: *Por que todos os caminhos têm o mesmo trabalho? Resposta “D”? Porque eles estão saindo de um potencial e estão indo para outro, independentemente do caminho, eles terão o mesmo trabalho.*

Os alunos não aparentaram estar convencidos da resposta correta. Entretanto, não questionaram Olívia e começaram a se dispersar novamente. Os alunos, claramente, não compreendiam a relação entre a diferença de potencial e o trabalho realizado, Olívia apresentou apenas a justificativa ancorada no teorema do trabalho e energia. Ao perceber que os alunos não haviam compreendido tal relação, era necessário que outra abordagem fosse dada para a situação.

A precisão na apresentação dos conceitos é fundamental para que os alunos compartilhem os significados corretamente. Em alguns momentos, Olívia falou em linhas equipotenciais, em outras falou em superfícies equipotenciais; em algumas falas, o trabalho realizado sobre partículas aparentou estar relacionado a uma propriedade das trajetórias. Tais imprecisões não favoreciam a aprendizagem.

Olívia tentou, então, passar para a próxima questão, mas o nível de barulho produzido pelos estudantes estava muito alto.

Olívia: *Eu não vou ficar concorrendo com vocês! Parem de falar, por favor! Eu tô tentando fazer uma coisa legal pra vocês. Meu estágio vai acabar e (faz gestos com as mãos de que não há importância) vocês vão ir mal na prova.*

Olívia, após o silêncio absoluto, retomou a leitura e a explicação do segundo Teste Conceitual³⁹. Após um minuto, aproximadamente, Olívia notou que os alunos estavam conversando entre si antes de responder, então, solicitou que levantassem suas placas. Nenhum aluno levantou. Olívia fez o seguinte comentário:

Olívia: *Ninguém sabe nada ou é uma manifestação de revolta? Quem não sabe o que responder levanta a letra A e quem está revoltado levanta a letra B.*

Poucos alunos levantaram as placas e Olívia continuou:

Olívia: *Significa que vocês não sabem nada ou que vocês não estão pensando?*

Os alunos ficaram meio agitados nesse momento; alguns comentaram que não estavam entendendo a situação apresentada. Olívia usou o exemplo da questão anterior e os alunos não fizeram as conexões entre a situação anterior e a nova situação apresentada.

³⁹ Ver Teste Conceitual **OA2_T2** no Apêndice B.

Dessa forma, Olívia optou por, mesmo sem ter ocorrido a votação, comentar a questão visto que os alunos não tinham entendido. Um dos alunos respondeu corretamente e ela usou o argumento dele como âncora para dar a sua explicação. Os alunos não pareceram entender novamente; mesmo com um *feedback* negativo quanto a aprendizagem do conceito de diferença de potencial e a relação deste com o trabalho, Olívia continuou com a apresentação das questões, passando para o terceiro Teste Conceitual. A essa altura da aula, era necessário que Olívia retomasse a exposição, tentando apresentar os conceitos de maneira mais clara e precisa, buscando uma abordagem diferenciada, entretanto, não foi o que aconteceu.

Olívia leu o terceiro Teste Conceitual⁴⁰ e pediu que os alunos pensassem. Os alunos continuavam a conversar antes da primeira votação. Após dois minutos, Olívia solicitou que os alunos mostrassem suas respostas com as placas. Ela analisou a distribuição de frequências e informou que os alunos não estavam concordando; então, solicitou que eles discutissem entre si.

Dois minutos de discussão entre os estudantes se passaram e Olívia solicitou que mostrassem suas novas respostas. Sem demonstrar se os alunos convergiram, ou não, para a resposta correta, passou logo para a discussão das alternativas da questão:

Olívia: *Quem responde a letra A, respondeu por quê?*

Aluna: *Porque a primeira carga é positiva, a segunda pode ser negativa que está sendo atraída pela terceira que pode ser também... Ah, esquece “sora”.*

Olívia: *Tu tá me dizendo que isso aqui são cargas?!?*

Aluna: *Eu viajei “sora”, nada.*

Olívia: *O que são isso aqui? (apontando para as linhas equipotenciais)*

Alunos: *Superfícies equipotenciais.*

Olívia: *Logo elas têm o mesmo potencial em cada ponto delas. Logo a resposta certa é?*

Dois alunos responderam “C”.

Olívia: *Por quê?*

Vários alunos deram suas justificativas ao mesmo tempo.

Olívia: *Ela sai de um ponto da linha equipotencial e vai para a mesma linha. Não importa se ela fez uma linha reta, se ela fez uma curva. O que importa é que ela saiu de uma equipotencial e voltou pra mesma.*

⁴⁰ Ver Teste Conceitual **OA2_T3** no Apêndice B.

Ela reforçou a resposta correta utilizando os mesmos argumentos anteriores, sem fazer menção aos pontos 'A' e 'B', que eram indicados no enunciado do problema, e que não estavam na imagem (onde constavam como 'i' e 'f'). Aparentemente, tanto Olívia, quanto os estudantes, não perceberam tal erro.

Olívia, então, passou para o quarto Teste Conceitual⁴¹, apesar dos protestos dos alunos, que aparentemente já estavam cansados. O teste foi lido e, como nos testes anteriores, os alunos acabaram discutindo entre si antes da primeira votação. Passado um minuto, Olívia solicitou que os alunos respondessem. Ao analisar a distribuição das respostas ela perguntou:

Olívia: *Vocês chutaram?*

Alguns alunos responderam que sim. Outro aluno argumentou:

Aluno: *Entre duas ali, essa foi a mais plausível.*

Olívia foi ao quadro e fez um desenho mostrando a situação de placas paralelas (campo elétrico uniforme e equipotenciais). Pediu, então, que os alunos pensassem naquela situação e disse que eles teriam um minuto para pensar e que seria feita uma nova votação. Os alunos começaram a discutir entre si e as respostas não variaram muito da primeira votação.

Olívia, passado um minuto, pediu que os alunos mostrassem as respostas e, sem dar um *feedback* sobre o percentual de acertos, solicitou que quem optou pela alternativa C justificasse sua resposta.

Uma aluna sentada na frente (na mesa do *notebook* e do projetor) deu seu argumento e, como grande parte dos alunos não estava prestando atenção, Olívia pediu que alguns outros alunos repetissem o que essa aluna havia dito. Os rapazes não ficaram satisfeitos com a intervenção de Olívia e disseram que não estavam conversando. Olívia, para contornar a situação, diz que o motivo pelo qual ela solicitou que eles respondessem não era pela conversa e sim era para saber se eles teriam ouvido a colega. Outro aluno responde:

Aluno: *Não é. Porque a diferença de potencial é zero não quer dizer que o campo elétrico seja também.*

Olívia: *Porque se eu tenho dois pontos na equipotencial aqui (aponta para o desenho feito no quadro anteriormente), como é que eu vou saber se o campo elétrico é zero em qualquer ponto. Se eu tenho equipotencial, se eu tenho duas cargas eu tenho campo elétrico, como é que ele vai ser zero? B, como é que o campo elétrico é diferente de zero em qualquer ponto,*

⁴¹ Ver Teste Conceitual OA2_T4 no Apêndice B.

como é que eu vou saber? Então, eu não tenho nada o que concluir a partir disso. Então é a C.

Olívia utilizou o desenho para tentar mostrar aos estudantes que, mesmo sabendo que a diferença de potencial é zero entre dois pontos do espaço, nada pode ser afirmado sobre o campo elétrico. Contudo, o Teste Conceitual afirmava que “*a diferença de potencial é zero em qualquer ponto do espaço*”, apresentando, dessa forma, uma incoerência conceitual; diferença de potencial é sempre estabelecida entre dois pontos. Por outro lado, o erro geral em tal questão pode estar relacionado ao fato de que não houve, durante a explanação inicial, uma discussão a respeito da relação entre o campo elétrico, o potencial elétrico e a diferença de potencial.

Olívia, então, passou para o último Teste Conceitual⁴² da aula e pediu a colaboração dos alunos. Ela leu a pergunta, bem como as alternativas. A questão apresentada possuía duas alternativas iguais e havia problemas de digitação. Muitos alunos reclamaram que a questão estava estranha e/ou difícil, além do pouco tempo para pensar (menos de um minuto).

Após discutir com os alunos a alternativa correta, ela teve uma conversa com os alunos. Grande parte deles não estava prestando atenção na aula e ela argumentou que, caso eles não estivessem gostando ou caso as aulas continuassem conturbadas (com muita conversa) ela não iria utilizar mais o método IpC. Os alunos protestaram dizendo que queriam continuar utilizando o método. Os alunos não demonstraram que estavam insatisfeitos com o IpC. Aparentemente, Olívia utilizou a boa receptividade dos alunos ao método como “moeda de troca”, caso o comportamento dos alunos durante as aulas não mudasse, ela pararia de utilizar o IpC

Antes do final da aula, ela fez uma revisão dos conteúdos vistos na aula e deu alguns recados sobre a lista de exercícios e o andamento das próximas aulas.

Quadro 4 – Síntese interpretativa: Caso Olívia – Aula 02

De maneira geral, Olívia dominava o conteúdo a ser discutido na aula. Todavia, assim como na aula anterior, encontrou muitas dificuldades para manter a atenção dos alunos durante a explicação do conteúdo e nos Testes Conceituais. A turma parecia estar muito dispersa e por vários momentos ela teve que pedir silêncio e que prestassem atenção.

Aparentemente, um dos motivos pelos quais os alunos se dispersaram em diversos momentos foi a opção de utilizar uma exposição dialogada. Olívia optou por trazer tópicos motivadores para sua aula (raios) e os alunos, talvez por entusiasmo, em vários momentos, conversaram entre os pares durante a explicação, fazendo com que ela tivesse que pedir a atenção dos alunos em vários

⁴² Ver Teste Conceitual **OA2_T5** no Apêndice B.

momentos. Tais situações também foram reportadas por ela ao descrever a turma em seu relatório de estágio. Apesar de conhecer previamente o comportamento da turma, Olívia não soube lidar com tais conflitos.

Ela optou por começar a aula revisando um dos Testes Conceituais da aula anterior que os alunos não tinham compreendido muito bem. Tal atitude mostrou que havia uma preocupação com a compreensão dos Testes Conceituais e com a aprendizagem dos alunos. Entretanto, o Teste Conceitual não versava sobre o assunto dessa aula e a mesma abordagem para a questão foi dada, não havendo uma mudança na explicação para auxiliar os estudantes na compreensão da situação apresentada.

Assim como na aula anterior, os alunos se mostram receptivos ao método e engajaram-se na discussão das questões. Mesmo os alunos que não prestaram muita atenção nas explicações iniciais de Olívia, discutiram com os colegas as questões; tais estudantes foram os que tiveram desempenho inferior.

Olívia apresentou certas dificuldades ao explanar os conceitos abordados. Com frequência, foi imprecisa em suas explicações e, em consequência, suas tentativas de auxiliar os alunos no entendimento das questões, muitas vezes, não apresentavam bons resultados. Além disso, não utilizou de maneira adequada a estrutura proposta pelo método IpC em vários dos Testes Conceituais. No primeiro deles, após a verificação que na primeira votação não houve convergência para a resposta correta, ela solicitou que os estudantes conversassem entre si. Checou, então, a distribuição das respostas outra vez e, diante do resultado, lembrou alguns tópicos da aula; na sequência, solicitou que os alunos discutissem novamente entre si para uma terceira votação. Essa alternativa não resultou na convergência para a resposta correta. Poucos alunos acertaram a questão e o restante continuou discutindo conceitos errôneos.

No segundo Teste Conceitual, a estrutura proposta pelo IpC também não foi respeitada. Olívia leu a questão com os alunos, deu aproximadamente um minuto para que pensassem e solicitou que votassem. Nenhum aluno levantou sua placa e Olívia optou, então, por explicar a questão. Os alunos, aparentemente, continuaram a não entender a situação e o conceito envolvido. Uma possível explicação é a falta de precisão na explanação e a pouca conexão entre o que foi explanado e o que o Teste Conceitual abordava.

No terceiro Teste Conceitual a estrutura proposta pelo IpC foi seguida; após a leitura e a respectiva votação, foi solicitado que os alunos conversassem entre os pares. Não houve convergência para a resposta correta e as discussões entre os alunos se mostraram pouco frutíferas. O quarto Teste Conceitual apresentado foi realizado, apesar do protesto de alguns alunos que já aparentavam estar cansados. Após a leitura do teste, bem como o tempo para os alunos pensarem, Olívia solicitou que os alunos mostrassem suas respostas. Ela aparentou estar surpresa com a distribuição das respostas e perguntou se os alunos haviam chutado. Alguns alunos responderam que sim; então, ela foi ao quadro e deu uma explicação (um exemplo similar), solicitou que os alunos pensassem novamente sobre a questão e respondessem.

Em resumo, a etapa dos Testes Conceituais não foi proveitosa para os estudantes e Olívia utilizou o *feedback* proporcionado pelo IpC, mas apenas como uma forma de avaliação, não como um elemento que viesse a guiar as suas ações futuras. Diante de tal situação, ela poderia ter retomado toda a explicação, incluindo os conceitos necessários da aula anterior. Os testes foram utilizados de maneira aleatória, sem um propósito aparente. Os resultados de aprendizagem, por consequência, mostraram-se abaixo do esperado. Fato esse que ficou evidente quando Olívia tentou retomar o que foi visto em aula e os alunos, diante de tal questionamento, não souberam responder claramente o que tinha sido tratado em aula e não conseguiram identificar quais eram os conceitos físicos trabalhados e as relações entre eles.

Outro fator importante percebido relaciona-se a escolha dos Testes Conceituais. Aparentemente, não houve uma análise prévia dos testes, alguns estavam mal formulados e exigiam certo nível de abstração dos alunos. Paralelamente, Olívia julgou que os alunos compreenderiam mais facilmente os conceitos abordados e, ante as dificuldades que os alunos apresentaram durante os

testes, não conseguiu perceber a necessidade de retomar o conteúdo através de uma abordagem diferenciada.

Terceira aula

Quadro 5 - Conteúdos e objetivos de ensino: terceira aula - Olívia

Conteúdo:
<ul style="list-style-type: none">• Capacitores e dielétricos;
Objetivos de ensino:
<ul style="list-style-type: none">• Apresentar brevemente alguns exemplos da aplicação de capacitores no cotidiano;• Relembrar conceitos já estudados de condutores e dielétricos e apresentá-los como importantes para a compreensão do conceito de capacitores;• Definir o conceito de capacidade explicitando seu significado físico e aplicá-lo para resolver problemas exemplares contendo capacitores;• Descrever o campo elétrico entre as placas de um capacitor com e sem material isolante elétrico.

Alguns minutos antes do início da terceira aula, 11/05/2012, Olívia conversou com o pesquisador e com o professor orientador do estágio supervisionado. Ela comentou que estava nervosa devido à presença do orientador do estágio, para avaliar o seu desempenho. Ela descontraiu perguntando se algum aluno já passou mal durante a visita do orientador; o orientador respondeu, com o mesmo tom de brincadeira, que sempre há um próximo semestre para a realização do estágio. Diferentemente das aulas anteriores, esta ocorreu na sala de aula, não no laboratório de Física.

Os alunos começaram a chegar à aula e reorganizaram a disposição das classes, aparentemente de acordo com os grupos de afinidade. Olívia ficou em frente aos alunos esperando silêncio. Alguns alunos pediram que os outros colegas fizessem silêncio. Ela, então, apresentou o professor orientador do estágio e deu andamento à sua aula.

Ela começou perguntando como tinha sido o conselho de classe. Um aluno comentou que os alunos mudaram muito a postura nas aulas, basicamente devido ao mau desempenho nas disciplinas. Ela, então, comentou que, na aula anterior, passara muito trabalho para manter a ordem e o foco dos alunos e que aquela atitude seria inadmissível.

Ainda antes de começar a explanação, ela passou alguns recados sobre o andamento das próximas aulas; em particular, sobre a lista de exercícios que os alunos deviam entregar no dia da prova. Alguns alunos comemoraram o fato de realizar uma lista de exercícios e a mesma ser avaliada. Contudo, Olívia não deixou claro o peso da lista de exercícios sobre a nota final.

O tema da aula era capacidade elétrica e Olívia optou por, em um primeiro momento, apresentar algumas aplicações do dia a dia dos capacitores. Os alunos, diferentemente das aulas anteriores, não se dispersaram nesse momento e Olívia não encontrou problemas ao apresentar as situações.

Os conceitos específicos tratados foram: capacidade elétrica (representada pelas expressões: $C=Q/V$; $C=\epsilon_0.A/d$), carga líquida de um capacitor (zero) e associação de capacitores. Olívia, durante a explicação do conceito de capacidade, chamou a atenção dos alunos para as regras de proporção envolvidas na equação ($C=\epsilon_0.A/d$). Os alunos acompanharam sem muita dificuldade.

Após a explicação dos conceitos acima citados, Olívia passou para a etapa dos Testes Conceituais. Ela entregou o conjunto de cartelas aos estudantes e perguntou se todos tinham todos os cartões. Os alunos afirmaram que possuíam todas as letras.

Olívia leu completamente o enunciado do primeiro Teste Conceitual⁴³, bem como as alternativas. Quando terminou a leitura do enunciado, uma aluna indagou:

Aluna: *“Sora”, tu não falou nada sobre isso. Eu não me lembro nem de ter ouvido essa palavra no meio da aula, “sora”.*

Como estratégia, Olívia optou por usar um exemplo do cotidiano para explicar o conceito de carga líquida.

Olívia: *O quê é o salário líquido que alguém ganha?*

Aluno: *É o total.*

Olívia: *É o bruto menos os descontos, certo? O que é o líquido? É o que se recebe no total. Eu falei sim algo sobre a capacitância total de duas placas paralelas ligadas a uma bateria, certo? Vamos ver?*

Ela retomou leitura da questão. Os alunos nesse momento começaram a dialogar sobre as alternativas; alguns alunos disseram qual era sua opção de voto. Olívia, diante da situação, comentou:

Olívia: *(com as mãos na cabeça) Pensem, pensem! Depois vocês vão poder falar. Gente, tem a hora de falar e tem a hora de pensar, a vida é assim!*

Então, terminou de ler as alternativas com os alunos. Alguns alunos ainda continuavam conversando entre si antes da votação; todavia, em tom mais baixo.

⁴³ Ver Teste Conceitual **OA3_T1** no Apêndice B.

Aproximadamente 30 segundos após a leitura da questão, Olívia solicitou que os alunos mostrassem suas placas contendo as respostas. Após uma breve análise nas respostas dos alunos, ela solicitou que eles conversassem entre si a respeito da questão, pois havia divergência nas respostas.

Os alunos começaram a conversar e muitos ainda diziam que não lembravam se ela realmente tinha falado, durante a explicação, a respeito da carga líquida de um capacitor. Olívia passou entre os pequenos grupos formados para a discussão e os alunos tentaram convencê-la de suas respostas. Após quatro minutos, Olívia perguntou se todos já haviam se convencido e solicitou que os alunos votassem novamente; então, analisou a distribuição das respostas e comentou:

Olívia: *A 'D' ninguém marcou. Quem marcou 'C' gostaria de defender sua ideia?*

Um aluno comentou que iria dizer o que outro colega falou, pois acreditou nele.

Aluno: *Ele (se referindo ao colega) disse assim: que como tu não disse que não tem nenhuma carga ali, não sei se está certo, "sora". Mas daí ele acha, daí ele falou que a 'C' é a fórmula.*

Após esse comentário, os alunos começaram a discutir entre eles sobre o argumento. O barulho estava extremamente alto nesse momento. Olívia pediu a atenção dos alunos.

Olívia: (Levantando os braços e acenando) *O que eu tenho que fazer para ser o centro das atenções? Começar a pular aqui na frente?*

Os alunos diminuíram o barulho e ela continuou:

Olívia: *O que é Q sobre V (Q/V)? Qual é a fórmula? É a capacitância!*

Alunos: *Ah!* (em um tom de entendimento)

Olívia: *O que pergunta o problema?*

Alunos: *Carga líquida!*

Olívia: *Logo, a 'C' está descartada.*

Alguns alunos ficaram descontentes com a notícia que sua opção de voto estava errada.

Olívia: *Quem respondeu a 'B' gostaria de defender seu pensamento?*

Ela perguntou para um dos alunos que votou 'B' se o mesmo gostaria de explicar. O aluno respondeu:

Aluno: *Eu não sei explicar. É que tu falou que a carga líquida é a carga das duas placas. E elas têm que se anular.*

Alguns alunos pediram silêncio aos outros para ouvir a explicação. Olívia fez um desenho no quadro e comentou:

Olívia: *Pois é! Ali nos tínhamos as duas placas carregadas e bem desenhadas, uma positiva e outra negativa. Se o capacitor estava ligado numa bateria, eu disse que isso daqui (aponta para uma das placas) tinha mais $+Q$ e isso daqui tinha $-Q$ (aponta para a outra placa).*

Um aluno se deu conta da resposta e comentou:

Aluno: *Então é zero!*

Olívia não escutou o comentário do aluno e continuou a explicação:

Olívia: *Se eu tenho a mesma quantidade de carga de tipos diferentes nas placas. Então, qual é a carga líquida?*

Alunos: *Zero!*

Um aluno, que aparentemente teria votado na alternativa correta, fala para outra colega, em um tom de vitória:

Aluno: *Toma!*

Outro aluno, diante da explicação de Olívia, fala:

Aluno: *Ah tá! (em um tom de entendimento do argumento)*

Olívia, então, perguntou se poderia passar para a próxima questão. Os alunos responderam que sim. Entretanto, antes de ler o Teste Conceitual seguinte, perguntou:

Olívia: *Todo mundo entendeu?*

Alunos: *Sim!*

Olívia: *Então, vamos para a próxima? Mas assim, não respondam logo, pensem um pouquinho!*

Um aluno, sentando próximo à Olívia, ainda não havia compreendido a questão anterior; então, ela explicou novamente. Após a explicação para o estudante, ela começou a leitura do segundo Teste Conceitual⁴⁴. Fez a leitura de modo calmo, explicando todos os termos contidos no enunciado. Quando terminou a leitura das alternativas, aproximadamente metade dos alunos levantou suas placas. Ela pediu que os alunos pensassem, mas frente à situação, pediu que todos respondessem.

Olívia: *Então votem!*

⁴⁴ Ver Teste Conceitual OA3_T2 no Apêndice B.

Analisando as respostas dos alunos, comentou:

Olívia: *Todo mundo entendeu, né?*

Ela sorriu em frente aos alunos e um deles comentou:

Aluno: *Aê “sora”!* (em um tom de orgulho por todos terem respondido corretamente)

Olívia, então, pediu que alguém defendesse sua resposta; um aluno comentou:

Aluno: *Quanto maior a distância, menor a capacidade.*

Olívia foi ao quadro e reescreveu a fórmula da capacitância de um capacitor de placas paralelas. Ao escrevê-la, comentou:

Olívia: *Por que um capacitor de placas paralelas é representado (aponta para a fórmula), se a distância aumenta?*

Aluno: *A capacidade diminui.*

Olívia: *Muito bom! Deveria ter sido o primeiro* (referindo-se à ordem das questões, tal teste deveria ter sido apresentado primeiro).

Olívia, então, passou ao terceiro Teste Conceitual⁴⁵. Leu o teste de maneira calma, bem como as alternativas. Os alunos conversavam bastante sobre a questão, ao invés de pensarem em silêncio. Olívia, diante de tal fato, comentou.

Olívia: *Pensem em voz baixa. Pensem com aquela voz mental.*

Alguns alunos ainda continuavam a conversar.

Olívia: *Não é hora de falar agora. Pensem sozinhos!*

Menos de um minuto após a leitura, pediu que os alunos votassem na questão. Apenas alguns alunos levantaram os cartões, os outros ainda estavam pensando. Passados dois minutos, quase a totalidade dos estudantes tinha levantado suas cartelas. Olívia, após analisar a frequência das respostas, comentou:

Olívia: *Gente, vocês estão quase concordando, mas não muito, então vamos conversar. Defendam suas ideias.*

Olívia, então, solicitou que os alunos votassem novamente. Parte dos alunos votou, o restante afirmou que não sabia a resposta. Desse modo, ela solicitou que os alunos que estivessem chutando levantassem a letra A e, caso contrário, levantassem a letra B. A frequência foi aproximadamente igual para ambas as letras, então ela solicitou aos alunos que

⁴⁵ Ver Teste Conceitual **OA3_T3** no Apêndice B.

não estavam chutando que defendessem suas opiniões. Um aluno, baseado no discurso de outro colega, disse:

Aluno: *Ele (referiu-se ao outro colega) disse assim, que quando as cargas estivessem passando, a capacitância do capacitor estaria maior.*

Os alunos começaram a discutir sobre o argumento do colega e uma aluna argumentou:

Aluna: *Mas “sora”, tu disse que se colocasse um dielétrico ia diminuir a força.*

Olívia: *Eu falei o campo elétrico, não a força.*

Aluna: *Isso.*

Nesse momento os alunos estavam muito confusos a respeito da questão e o vozerio aumentou consideravelmente. Todos pareciam ansiosos para responder e dar sua opinião. Uma aluna apresentou outro argumento, similar ao da aluna anterior, e Olívia perguntou quem estava certo, a aluna ou o aluno. Todos os alunos responderam que quem estava certa era a aluna (provavelmente devido ao fato de que tal aluna tinha o melhor desempenho nas disciplinas).

Olívia, então, optou por apresentar uma simulação computacional do *Phet Colorado* sobre capacitores⁴⁶ para auxiliar os alunos na compreensão do Teste Conceitual. Mais especificamente, a simulação tinha por objetivo simular a introdução de um material dielétrico entre as placas paralelas. Após a apresentação da simulação, e a subsequente explicação do fenômeno, Olívia solicitou que os alunos votassem novamente. Todos os alunos optaram pela mesma resposta.

Olívia: *Alguém defenda sua opinião. Todo mundo marcou a mesma coisa. Eu posso escolher um voluntário?*

Os alunos responderam que sim. Olívia escolheu, então, uma aluna para defender sua respectiva resposta.

Aluna: *“Sora”, tu falou ali no quadro que quando tu insere um dielétrico ele vai atuar diretamente no campo que é reduzido. Tu falou isso.*

A opção de apresentar a simulação computacional aos estudantes com o intuito de auxiliá-los a visualizar as mudanças que ocorrem quando um material dielétrico é inserido

⁴⁶ Disponível em: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/capacitor-lab>

entre as placas de um capacitor mostrou-se frutífera. Devido a problemas técnicos, Olivia não conseguiu apresentar tal simulação durante sua explanação.

Após a explanação da aluna, Olívia explicou o restante das alternativas e passou ao último Teste Conceitual da aula.

Olívia: *Podemos passar para a próxima e última questão? Quem entender essa questão vai estar super bem para a lista.*

Ela fez a leitura da questão⁴⁷ com os alunos e apresentou as alternativas. Durante a leitura, alguns estudantes conversavam entre si expondo suas respostas. Após analisar a distribuição das respostas ela comentou:

Olívia: *Gente, 90% da aula respondeu uma e os outros 10% respondeu outra. Quem respondeu 'A', respondeu por quê?*

Aluno: *Se juntar vai ficar tudo igual.*

Olívia: *Se juntar vai ficar tudo igual. Mas o que é juntar?*

Aluno: *É somar.*

Olívia, então, foi ao quadro e fez um desenho esquematizando a situação do Teste Conceitual. Fez os cálculos das capacitâncias equivalentes e mostrou aos alunos qual a alternativa mais coerente. Durante a explicação, alguns alunos se deram conta da resposta correta e expressaram suas opiniões.

Aluno: *Se tu somar C_2 e C_3 , vai ter uma carga maior que C_1 .*

Após a explicação das alternativas incorretas, Olívia indagou os estudantes:

Olívia: *Noventa por cento da turma marcou C, por que sabiam ou porque chutaram?*

Os alunos responderam que sabiam a resposta e tentaram convencer a professora que estavam certos. Um aluno levantou a mão, pedindo para explicar.

Aluno: *Para eles ficarem na mesma linha (em série), tinha que somar com o C_2 e o C_3 (em paralelo a capacitância aumenta), daí as cargas não iam ficar iguais, logo a carga de C_1 e C_4 são iguais.*

Olívia, então, finalizou a aula parabenizando os alunos pelo bom comportamento durante a aula e enfatizou a relação entre o bom comportamento dos alunos com o conselho de classe. Os alunos mostraram-se mais atentos durante a explanação e, aparentemente, houve uma boa relação entre os Testes Conceituais apresentados e a exposição de Olívia.

⁴⁷ Ver Teste Conceitual **OA3_T4** no Apêndice B.

Ao final da aula, Olívia passou um sumário do que seria tratado na próxima aula e entregou a lista de exercícios para os alunos.

Quadro 6 – Síntese interpretativa: Caso Olívia – Aula 03

Assim como nas aulas anteriores, Olívia apresentava um bom domínio do conteúdo a ser tratado na aula. Diferentemente dos episódios de ensino anteriores, não encontrou dificuldade para manter a atenção dos alunos durante a explicação do conteúdo. A turma, antes daquela aula, participou do conselho de classe. Devido às reclamações de outros professores quanto ao comportamento da turma, os estudantes mantiveram uma postura mais concentrada e, conseqüentemente, a aula fluiu de maneira mais agradável.

A presença do orientador do estágio fez com que Olívia mostrasse um pouco de nervosismo no início da aula. Todavia, suas atitudes frente aos estudantes não mudaram em relação às aulas anteriores. Ela manteve a opção de utilizar uma exposição dialogada no primeiro momento da aula e solicitar aos estudantes que apresentassem seus argumentos após as votações. Além disso, demonstrou, assim como nas aulas anteriores, grande preocupação com a compreensão dos Testes Conceituais; por vários momentos, ela explicou, individualmente, para alguns alunos que não haviam assimilado a resposta do Teste Conceitual da primeira vez.

A estrutura proposta pelo IpC foi utilizada de adequada correta nos Testes Conceituais 1, 2 e 4. Apesar disso, Olívia não deixou claro se os alunos convergiram, ou não, para a resposta correta quando houve discussão entre os pares. O terceiro Teste Conceitual apresentou certa divergência entre os estudantes e Olívia optou por utilizar uma simulação computacional do *Phet Colorado* para representar melhor a situação. Após a apresentação da simulação, ela solicitou que os alunos votassem pela terceira vez; nesse momento, todos votaram na opção correta. Ao solicitar que os alunos explicitassem seus argumentos, uma aluna reproduziu o que Olívia havia comentado durante a apresentação da simulação, inclusive enfatizou dizendo “*tu falou isso*”. Não houve indícios, através desse argumento, que a aluna refletiu sobre o conceito apresentado, apenas reproduziu o que Olívia havia comentado, ao que parece.

O andamento da aula, bem como o engajamento dos alunos nas votações e nas discussões, foi expressivamente melhor que nas aulas anteriores. Entretanto, tal mudança não foi devida a uma mudança de postura (atitude) de Olívia; os alunos mudaram suas atitudes em sala de aula, tendo em vista, possivelmente, os resultados do conselho de classe.

Outro fator que pode ter contribuído para a mudança nos estudantes foi o ambiente em que a aula ocorreu. O laboratório de Física possui oito mesas grandes, onde os alunos acabam sentando em grupos, dando margem para conversas paralelas que dificultavam a exposição do conteúdo, enquanto a sala de aula possuía mesas individuais, além de possuir dimensões menores que as do laboratório; tais fatores auxiliaram Olívia a ter um contato mais próximo com os estudantes.

Diferentemente da aula anterior, Olívia não apresentou dificuldades ao explanar os conceitos abordados. Dessa forma, a mudança de atitude dos estudantes teve reflexos positivos quanto à aprendizagem e ao compartilhamento dos conceitos expostos. A relação diádica entre professor e aluno ocorreu de maneira mais harmoniosa e o IpC auxiliou, de maneira significativa, o compartilhamento de significados.

Quarta aula

Quadro 7 – Conteúdos e objetivos de ensino: quarta aula - Olívia

Conteúdo:
• Corrente Elétrica – Primeira Parte;
Objetivos de ensino:
• Retomar a importância da corrente elétrica para o cotidiano, pesquisas

científicas, biologia, medicina e para os conteúdos futuros;

- Relacionar o conceito a ser aprendido nesta aula, com a descrição de campo elétrico e diferença de potencial;
- Explicar a causa da corrente elétrica, relacionando com o modelo clássico de corrente elétrica;
- Relacionar os conceitos de corrente, campo elétrico e força elétrica;
- Reconhecer a diferença entre corrente AC e DC.

Ao chegar ao laboratório de Física, momentos antes de iniciar a quarta aula, no dia 18/05/2012, Olívia deparou-se com uma situação inesperada: o aparato produzido como tópico motivador para a aula não estava funcionando. Basicamente, Olívia se propôs a utilizar laranjas para ligar uma calculadora e fazer a conexão com o conceito de corrente elétrica.

Visto que alguns alunos já estavam chegando ao laboratório, ela solicitou que o pesquisador comprasse novas laranjas no bar da escola. Nesse momento, os alunos começaram a chegar, em maior número. As novas laranjas foram postas de lado e durante a explicação as mesmas seriam testadas.

A aula contou com a presença do orientador do estágio e do pesquisador, além do professor regente da turma. Por opção do pesquisador, tal aula foi gravada com duas câmeras, uma com o foco na professora, e outra virada para os estudantes. Os alunos não se mostraram adversos à gravação frontal da aula. Nos três episódios anteriores, a gravação foi feita exclusivamente a partir da parte dos fundos da sala.

Os alunos se mostraram interessados pelo aparato montado em cima da mesa (calculadora, laranjas e fios). Alguns demonstraram que já tinham tido contato com a experiência e começaram a fazer perguntas a respeito. Um dos alunos perguntou se a calculadora funcionaria se conectada com batatas. Olívia respondeu que sim e que durante a aula iria explicar melhor o funcionamento.

Após a entrada de todos os alunos, o nível sonoro das conversas estava bem alto e os alunos estavam muito agitados. O professor regente da turma pediu, então, que os estudantes mantivessem o mesmo comportamento da aula anterior. Nesse momento se instaurou um silêncio momentâneo.

Olívia começou a aula perguntando se os alunos estavam fazendo os exercícios da lista que lhes havia entregue. Alguns alunos responderam que sim e um estudante fez uma pergunta específica de um dos exercícios da lista; Olívia respondeu atenciosamente ao aluno.

Durante a realização da chamada, o professor regente da turma ordenou que um estudante mudasse de lugar, pois o mesmo estava conversando muito. Após a realização da

chamada, Olívia começou a aula apresentando curiosidades sobre o que aconteceria com uma população que ficasse muito tempo sem energia elétrica. Os alunos se mostraram interessados no assunto.

Na sequência, Olívia apresentou um vídeo, no qual mostrou como carregar um *iPhone* com laranjas⁴⁸. Após a apresentação do vídeo, algumas perguntas surgiram, em especial, um aluno perguntou:

Aluno: “*Sora*”, a laranja tem mais eletricidade, ou seja lá o que for, do que uma batata?

Olívia: *Eu vou dizer isso, mas pode ser que sim.*

Olívia, então, apresentou seu aparato; uma situação simplificada (em comparação ao vídeo), na qual três laranjas supostamente ligariam uma calculadora. Entretanto, a experiência não funcionou como ela esperava, mesmo com as novas laranjas que o pesquisador adquiriu no bar da escola. A respeito dessa situação, comentou:

Olívia: (Ao terminar de conectar as laranjas à calculadora) *E olha que surpresa, também não funcionou. Mas Física experimental tem disso, né?*

O professor regente, para ajudar Olívia, comentou:

Professor: *Mais um motivo para eles virem no laboratório.*

Olívia: *Com certeza! Porque daí a gente vai fazer funcionar, nem que seja a pau! A pau eu não podia ter falado* (cuidando a linguagem visto que o orientador estava presente).

Um aluno ofereceu uma pilha para fazer a calculadora funcionar, Olívia aproveitou a oportunidade e deu continuidade no assunto.

Olívia: *Com pilha funciona; mas então, se com pilha funciona, porque com laranja funcionaria, se o experimento tivesse dado certo?*

Aluna: *Tem alguma coisa a ver com a acidez, né? Não? Sim?*

Olívia: *Também.*

Aluno: *Mas a batata não tem acidez.*

Olívia: *Mas se a gente liga uma pilha aqui* (aponta para o compartimento das pilhas) *e eu tô ligando laranjas, o quê essa laranja está sendo?*

Aluno: *Pilha.*

Olívia: *Uma pilha, quer dizer, três pilhas* (na situação foram utilizadas três laranjas). *Mas essas laranjas não estão diretas, elas têm uns metais, vocês estão vendo? Todo mundo está enxergando?*

Aluno: *É como se fosse um positivo e um negativo?*

⁴⁸ Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=9_LLj4_3ZRA

Olívia: *É!*

Olívia, então, explicou aos estudantes o funcionamento das pilhas. Grande parte dos estudantes não tinha visto tal conteúdo na disciplina de Química. Fato esse que exigiu que mais tempo fosse dedicado à explicação.

Para exemplificar o conceito de corrente elétrica, ela utilizou a analogia com a “ala das baianas” em uma escola de samba (os elétrons, ao estabelecerem uma corrente elétrica em um condutor, movimentam-se de maneira pouco ordenada; apesar de haver um sentido único de movimento, as trajetórias não são perfeitamente retilíneas, de maneira similar ao movimento das alas das baianas, que giram e movimentam-se aleatoriamente, porém seguem o sentido do desfile). Os alunos, aparentemente, acompanharam a conexão entre o movimento das baianas e o movimento dos portadores de carga. A definição formal de corrente elétrica foi apresentada aos estudantes, assim como o conceito do sentido da corrente elétrica – convencional e real – e o conceito de corrente contínua e corrente alternada.

Os alunos, durante a explicação, estavam mais silenciosos; contudo, interagiram pouco com Olívia, exceto os alunos sentados nas mesas da frente. Passado o momento da exposição, que durou aproximadamente 35 minutos, Olívia comentou:

Olívia: *Então, olha só: hoje vai ser diferente. A gente viu algumas coisas, a gente vai responder questões, depois a gente vai ver mais um pouco de aula e vai responder outras questões. Não vai ser tudo junto. Pode ser?*

Os cartões foram entregues e as algumas recomendações foram passadas aos estudantes:

Olívia: *Hoje nós vamos ter que combinar algumas coisas, porque, de vez em quando, o pessoal vai responder às questões; olha a questão, já sabe a resposta e começa a levantar os cartões e daí fica aquela coisa assim né, meio ola (referência ao movimento realizado por espectadores de algum evento, geralmente desportivo, no qual os participantes levantam-se e erguem os braços, criando o efeito visual de uma onda que percorre a audiência). Hoje vamos fazer assim, a gente combina, certo? Eu vou contar um, dois, três. Levantem os cartões, daí todo mundo levanta junto, certo?*

Olívia, então, realizou a leitura do enunciado do primeiro Teste Conceitual⁴⁹, bem como a leitura das alternativas possíveis. Após a leitura, alguns alunos fizeram perguntas à Olívia, referente à questão apresentada. A mesma não deu as respostas e pediu que os alunos pensassem a respeito da situação apresentada.

⁴⁹ Ver Teste Conceitual **OA4_T1** no Apêndice B.

Passado, aproximadamente, um minuto, foi feita a contagem para que todos votassem ao mesmo tempo. Os alunos dividiram-se em grupos que votaram na alternativa A e na alternativa B. Após essa análise, Olívia comentou:

Olívia: *De fato vocês não estão concordando.*

Aluna: *Como sempre.*

Olívia: *Mas vocês podem conversar. Agora falem, tentem convencer o colega de vocês.*

Passados três minutos de interação entre os alunos, foi solicitado que votassem novamente. Olívia percebeu, após a análise das respostas, que houve convergência para a alternativa correta. Ela, então, explicou o teste aos alunos, passando pelas alternativas.

Olívia: *Ninguém votou na 'E', por quê?*

Aluno: *Porque tu não falou nada disso.* (A alternativa 'E' apresentava conceitos que Olívia não tinha apresentado durante a aula)

Outro aluno respondeu:

Aluno: *Porque sei lá, tá errado.*

Os alunos não souberam explicitar suas justificativas; diante da resposta dos alunos, ela passou logo para a pergunta foco:

Olívia: *A corrente elétrica é escalar ou vetorial?*

Os alunos responderam que a corrente elétrica é uma grandeza escalar e a justificativa utilizada foi a mesma frase que estava escrita na alternativa 'B'. Olívia tentou conectar tal conceito (grandezas escalares e vetoriais) com outros que os alunos poderiam conhecer.

Olívia: *Diga uma grandeza vetorial que vocês conhecem.*

Aluno: *Vetor campo elétrico.*

Outro aluno respondeu:

Aluno: *Força.*

Olívia: *O que a gente precisava para definir o campo elétrico?*

Alunos: *Módulo, direção e sentido.*

Olívia: *E a corrente a gente precisa disso?*

Alunos: *Não.*

Olívia: *Apesar da gente ter os elétrons ordenados, ela não é uma grandeza vetorial.*

Um aluno, não convencido que sua resposta estava errada, perguntou:

Aluno: *O quê, ela não é uma grandeza vetorial? Por quê?*

Olívia: *Porque ela é definida pela razão entre duas grandezas escalares: 'Q' e 'V'. E apesar de a gente ter os elétrons andando ordenadamente não é um sentido de vetor, então é um sentido da média deles.*

O aluno que fez essa última pergunta estava sentando a mesa da frente. Assim como ele, os seus companheiros de mesa optaram pela mesma resposta. Olívia perguntou o porquê deles terem marcado tal opção. Uma aluna respondeu:

Aluna: *Porque tu tava falando. Tu deu um exemplo ali que tinha um vetorzinho.*

Olívia: *Que exemplo que eu dei que tinha vetores?*

Aluno: *Os elétrons tinham vetores.*

Olívia: *Aquelas flechinhas não eram vetores.*

Aluno: *Elas só estavam na direção que estavam indo (direção dos elétrons).*

Alguns estudantes afirmaram que a corrente elétrica era uma grandeza vetorial devido à imagem apresentada no *slide*⁵⁰. Olívia não destacou, ao longo da explanação, que tais flechas apenas estavam representando o movimento ordenado dos elétrons. Através do Teste Conceitual foi possível perceber a interpretação que alguns estudantes fizeram da imagem e que é necessário que tais detalhes sejam explicitados ao longo da abordagem, para que compreensões errôneas não aconteçam.

Olívia, então, perguntou se poderia passar para a próxima questão. Um aluno, nesse momento, perguntou qual era a resposta correta.

Olívia: *Vamos passar para a segunda questão?*

Aluno: *Não! Fala qual é a certa.*

Olívia: *É a 'B', achei que tinha ficado claro.*

Após a conversa com esse aluno, ela retomou a leitura do segundo Teste Conceitual⁵¹. O enunciado foi lido por completo, assim como as alternativas. Foi solicitado, na sequência, que os alunos pensassem em silêncio para responder ao teste. Dois minutos após a leitura, os alunos votaram. A distribuição de respostas, segundo Olívia, foi de 90% na letra B e 10% na letra D.

Olívia: *Gente! Têm alguns concordando. Eu diria que tem uns 90% que responderam uma e 10 % outra. Quem respondeu a 'D', gostaria de se manifestar?*

Aluno: *Porque eu achei que fosse a 'B', mas eu acho que aquela questão de colocar na extremidade esquerda o polo positivo não faz sentido.*

⁵⁰ Ver *slide* 7 no Apêndice D.

⁵¹ Ver Teste Conceitual **OA4_T2** no Apêndice B.

Olívia: *Por quê?*

Outro aluno respondeu que deveria ser negativo. O mesmo aluno continuou o diálogo com a professora.

Aluno: *Porque não importa qual é o lado.*

Nesse momento os estudantes começam a discutir entre eles a respeito do comentário do colega. Olívia ouviu atentamente os comentários.

Olívia: *Então, o quê eles estão falando? Não é que os elétrons saem do negativo e vão para o positivo. O que acontece é que os elétrons são partículas negativas e se eu tenho uma placa positiva e uma placa negativa, os elétrons vão para que placa?*

Alunos: *Positiva.*

Olívia: *Se eles estão indo para lá (aponta no quadro o sentido de movimento dos elétrons, o qual é para a direita), onde tem que ser a placa positiva?*

Alunos: *Direita!*

Um aluno pediu para votar novamente; outro afirmou que logo a resposta correta seria a ‘D’. Mesmo que Olívia não tivesse solicitado que os alunos levantassem suas placas, alguns alunos levantaram suas placas contendo a letra ‘D’. Um aluno comentou:

Aluno: *Então é a C! (diante da resposta negativa da professora ele continua) Então é a D! Não é a ‘D’? Então é a ‘A’!*

Olívia: *Vamos para uma próxima questão.*

Uma aluna disse:

Aluna: *Não! Faz essa aí!*

Olívia, então, usou outros argumentos:

Olívia: *Como que a gente fazia quando tinha um campo elétrico e uma carga carregada? Como que a partícula que eu colocava ali andava?*

Aluno: *Do positivo para o negativo.*

Aluna: *Como o elétron é negativo ele vai em direção do positivo.*

Olívia: *E se eu tiver um campo elétrico horizontal e para a esquerda? O que isso significa?*

Os alunos levaram um tempo para concordar, visto que na apresentação, a alternativa ‘C’ afirmava que o campo elétrico apontava para a direita. Olívia tentou convencer os alunos que a resposta ‘C’ estava certa, quando na verdade estava errada. Os alunos perceberam isso e alguns comentários surgiram, como por exemplo:

Aluno: *Acho que essa questão deveria ser anulada, “sora”!*

Aluno: *Tu não disse que o elétron vai para o positivo?*

Quando Olívia admitiu que a resposta correta, de fato, era a alternativa ‘D’ (nenhuma das anteriores), os alunos comentaram:

Aluno: *Bá, a “sora” errou ali!*

Outro aluno comemorou o acerto na questão.

Aluno: *Feito! Eu acertei!*

Nesse momento os alunos ficaram bem dispersos. Olívia, então, passou para o próximo Teste Conceitual⁵². Ela fez a leitura do enunciado, bem como as alternativas, e explicou a figura apresentada. Requisitou, na sequência, que os alunos pensassem para posterior votação. Alguns alunos conversam entre si sobre a questão.

Um aluno pergunta a outro:

Aluno: *A “sora” falou alguma coisa sobre a corrente circular dentro da bateria?*

O colega respondeu negativamente.

Após dois minutos, aproximadamente, foi realizada a votação e os alunos foram postos a conversar. Olívia dirigiu-se ao grupo da frente, o qual optou pela alternativa errada, e comentou:

Olívia: *Conversem com quem marcou diferente de vocês.*

Os alunos não atenderam a sugestão dada. Após três minutos de discussão entre os alunos, Olívia ficou em frente aos alunos e falou:

Olívia: *O pessoal está achando bastante confuso, certo? Chegaram em alguma conclusão? Mudou alguma coisa?*

Alguns alunos responderam que sim.

Olívia: *Então, vamos votar novamente?*

Olívia percebeu que, após a segunda votação, não houve convergência para a resposta correta. A dispersão entre as respostas se manteve, com pouca alteração. O comentário de Olívia, ao se deparar com a situação foi: “*nossa*”.

Um aluno comentou a respeito de sua resposta:

⁵² Ver Teste Conceitual **OA4_T3** no Apêndice B.

Aluno: *Eu acho que é a 'A'.*

Olívia: *Tu acha que é a 'A', por quê? Tu diz que a corrente elétrica não é consumida e circula inclusive dentro da bateria?*

Aluno: *Eu acho que é a 'A' porque tu tinha mostrado que a corrente elétrica, na pilha pelo menos, é contínua.*

Olívia: *Esta questão é bem cumulativa, vocês lembram que na aula passada eu comentei da bateria?*

Aluno: *É que eu não vim na aula passada. Eu tinha dentista.*

Olívia: *Ah! Mas quem veio, lembra? Que eu falei como funcionava a bateria? Se a gente ligasse uma placa, duas placas condutoras nos terminais das baterias, o quê acontecia?*

Aluna: *As cargas eram anuladas. (A aluna associou a situação ao capacitor)*

Um aluno, sem compreender nada, perguntou:

Aluno: *Do que tu tá falando, "sora"?*

Olívia: *Vocês não lembram que eu desenhei até uma bateria, dois fios saindo da bateria, não? Muito complicado?*

Os alunos começaram a conversar entre si e Olívia chamou a atenção deles.

Olívia: *Gente, como é que funciona a bateria?*

Ela interrompeu sua argumentação devido ao barulho dos alunos. Um estudante comentou em um tom bem alto:

Aluno: *Silêncio aí! Todo mundo errou o bagulho e ninguém quer ouvir!*

Olívia: *A gente viu na aula passada que a bateria tinha um polo positivo e um polo negativo. E se eu ligasse duas placas condutoras em cada terminal delas, a que tivesse ligada no polo positivo, o que ia acontecer? As cargas são?*

Aluno: *Elas iam se anular.*

Olívia: *Sim, elas se anulam se eu contar as cargas das duas placas. Acho que isso ficou bem entendido (referente à aula anterior, sobre capacitores). Mas o que eu estou perguntando é o que acontecia, eu ligava uma (placa) no negativo e uma no positivo, os elétrons iam pro polo positivo. O que eu tenho aqui, um fio condutor e uma bateria. Não estou falando quem são os polos. O que eu preciso ter para essa lâmpada acender?*

Aluno: *Corrente elétrica.*

Olívia: *Corrente elétrica! Essa bateria faz a corrente elétrica passar na lâmpada?*

Aluna: *Sim, por uma diferenciação de potencial.*

Olívia: *Ela vai criar uma diferença de potencial. Ela vai ter um polo positivo e um polo negativo. Os elétrons que estão nesse fio vão ser ordenados e vão fluir, certo? Vão passar pela lâmpada e vão acender a lâmpada, certo?*

Aluno: *Tá, então eles vão ser consumidos? Vão ser?*

Olívia não respondeu a pergunta do aluno e passou para a próxima alternativa.

Olívia: *Ai a 'B', por exemplo, a quantidade de elétrons na corrente antes da lâmpada é menor que depois da mesma?*

Aluno: *Não, é maior!*

Olívia: *A gente falou que o fio tem elétrons e que eles são ordenados e isso gera corrente, certo? Se os elétrons são do fio e tão fluindo, os que estão passando na lâmpada vão ficar ali e vão ser consumidos?*

Aluno: *Acho que não.*

Olívia: *Se eles são do fio, eles vão passar pela lâmpada. Vocês já viram como funciona a lâmpada? Não? Em nenhuma disciplina? Na aula que vem a gente vê direitinho. Então a 'B' vocês concordam que está descartado?*

Passou, então, para a alternativa C.

Olívia: *A 'C': a corrente elétrica é formada por íons que circulam em sentidos contrários. Se o fio é condutor, a corrente elétrica é o quê?*

Aluna: *É conduzida.*

Os alunos riram. A mesma aluna que respondeu anteriormente pediu desculpas pelo comentário.

Aluna: *Desculpa, "sora".*

Olívia: *Não, o que é isso. A corrente dentro da bateria é formada por íons, mas a corrente no fio é o quê?*

Aluno: *É formada pelos elétrons.*

Aluna: *Ela vai conduzir a eletricidade até a lâmpada.*

Olívia: *Pelos elétrons que já estavam no fio.*

Aluna: *É.*

Olívia: *Então vocês concordam que aqui também...(possui erro).*

Passou para a alternativa D.

Olívia: *Elétrons são criados no polo negativo e circulam, fora da bateria, em direção ao polo positivo, onde são consumidos. Os elétrons são criados ou eles já estavam no fio?*

Alunos: *Já estavam no fio.*

Aluna: *Ai meu deus! (confusa por não saber qual é a alternativa correta)*

Olívia: *Logo, a corrente elétrica não é consumida e circula, inclusive, dentro da bateria. Mas a corrente de dentro da bateria é formada pelos íons.*

Um aluno, contente de ter acertado as três questões comenta:

Aluno: *Bah, acertei as três questões!*

Os alunos começaram a fazer, novamente, muito barulho. Aparentemente, não estavam convencidos que a resposta correta era a letra A. Olívia comentou:

Olívia: *O que vocês não entenderam? Um de cada vez.*

Ela explicou individualmente para os alunos as dúvidas que surgiram, principalmente quanto ao funcionamento da pilha. Olívia destacou, em seu diálogo com os estudantes, que tal Teste Conceitual era “cumulativo”, ou seja, envolvia mais de um conceito. A alternativa correta exigiria que os estudantes compreendessem dois conceitos envolvidos, o fato de que a corrente elétrica não é consumida ao longo do circuito e que a corrente circula dentro da bateria. Uma alternativa para a situação seria modificar as alternativas, a fim de buscar possíveis erros na compreensão do conceito de corrente elétrica.

Olívia deu continuidade na explanação de novos tópicos; todavia, novas questões não foram apresentadas aos alunos, conforme ela tinha dito que aconteceria. A Lei de Ohm foi abordada nos momentos finais da aula.

Quadro 8– Síntese interpretativa: Caso Olívia – Aula 04

Diferentemente da aula anterior, Olívia encontrou certa dificuldade para manter a atenção dos alunos durante a explicação do conteúdo. Olívia mostrou-se mais formal e rígida frente ao comportamento dos estudantes.

Outra dificuldade enfrentada foi o fato do experimento didático planejado para a aula não ter funcionado. Contudo, Olívia soube contornar a situação incentivando os estudantes a comparecerem ao laboratório de ensino, no qual realizaria novamente o experimento.

Assim como nas aulas anteriores, ela manteve a opção de utilizar uma exposição dialogada no primeiro momento da aula e solicitar aos estudantes que apresentassem seus argumentos após as votações. Além disso, demonstrou preocupação com a compreensão dos Testes Conceituais; por vários momentos, ela explicou, individualmente, para alunos que não haviam assimilado a resposta do Teste Conceitual da primeira vez.

A estrutura da aula foi modificada em relação às anteriores. Olívia optou por tratar de poucos conceitos na primeira etapa da aula, apresentar Testes Conceituais sobre tais conceitos e, na sequência, continuar com novos conceitos/tópicos. A opção de mudança foi negociada com os estudantes no início da aula, os mesmos estavam de acordo; entretanto, o tempo de aula não foi bem calculado e, após a exposição dos tópicos do segundo momento da aula, não foi possível realizar novos Testes Conceituais.

A estrutura proposta pelo IpC para os Testes Conceituais não foi utilizada de maneira adequada. Além disso, Olívia não deixou claro se os alunos convergiram, ou não, para a resposta correta quando houve discussão entre os pares. Através da filmagem, foi possível perceber que praticamente não houve mudança nas alternativas dos estudantes no primeiro Teste Conceitual. Alguns estudantes mudaram de opção para a alternativa correta, mas o restante manteve suas respostas iniciais. Um dos fatores percebidos por Olívia foi que não havia grande movimentação dos alunos na etapa das discussões das alternativas. Os alunos ficavam em seus grupos e, como antes da primeira votação já tinham trocando informações a respeito do teste, suas respostas eram idênticas.

O segundo Teste Conceitual apresentado gerou muita controvérsia entre os alunos. Segundo Olívia, apenas 10% dos estudantes tinham optado pela alternativa que, ao final da discussão, ela concordaria que estava correta. O terceiro Teste Conceitual apresentou problemas na sua condução; pouquíssimos alunos (pela filmagem apenas um) optaram pela resposta correta. Olívia, apesar disso, pediu que os alunos conversassem entre si. A atitude correta seria apresentar a resposta do Teste Conceitual e/ou retomar a explicação da questão. Por consequência, a discussão entre os pares se

mostrou infrutífera. As dificuldades encontradas com os Testes Conceituais influenciaram na dinâmica da aula, visto que foi necessário retomar muitos aspectos de aulas anteriores. O tempo utilizado para as questões foi expressivamente grande e, a estrutura a qual Olívia pretendeu seguir não foi empregada. Caso os Testes Conceituais tivessem sido escolhidos com maior critério, possivelmente tais problemas não teriam ocorrido.

Quinta aula

Quadro 9 - Conteúdos e objetivos de ensino: quinta aula - Olívia

Conteúdo:
<ul style="list-style-type: none">• Corrente Elétrica – Segunda Parte;
Objetivos de ensino:
<ul style="list-style-type: none">• Descrever o conceito de resistor e sua relação com a resistência elétrica.• Discutir o conceito de circuito fechado e circuito aberto;• Relacionar a Lei de Ohm com representações gráficas do comportamento da diferença de potencial em função da corrente elétrica.

Alguns minutos antes de começar a quinta aula, no dia 25/05/2012, os estudantes começaram a chegar e alguns conversaram com Olívia a respeito da lista. As classes estavam dispostas em filas individuais; todavia, tal organização foi desfeita quando os estudantes chegaram. Assim como na aula anterior (que aconteceu na sala de aula), os estudantes sentaram em duplas ou trios, formados por afinidade.

Diferentemente das duas aulas anteriores, os alunos apresentaram-se extremamente agitados. As conversas e brincadeiras tomaram conta do início da aula.

A aula não contou com a presença do professor orientador do estágio, apenas com o professor regente e o pesquisador. Assim como em todas as aulas anteriores, Olívia não se mostrou nervosa em relação à gravação.

A aula começou após o silêncio (momentâneo) dos alunos. Olívia começou passando alguns recados: um cronograma das próximas atividades foi divulgado.

Olívia: *Bom pessoal, tá chegando ao fim minha estadia aqui com vocês.*

Alunos: *Ah!* (em um tom de reprovação)

Um aluno comentou:

Aluno: *Ah, agora que eu tava gostando de Física!*

Ela pediu que os alunos trouxessem óculos escuros para a próxima aula. Os alunos ficaram curiosos sobre o que aconteceria na aula seguinte. Além disso, a data da prova foi lembrada aos alunos e foi avisado quais dias ela estaria no laboratório de ensino para ajudar os alunos com a resolução dos exercícios da lista e do livro.

O conteúdo da aula versou sobre a Lei de Ohm. Todavia, Olívia optou por fazer, em um primeiro momento, uma revisão dos conteúdos tratados na aula anterior. Nesse instante, os alunos que estavam próximos ao quadro apresentaram algumas dúvidas. Olívia, então, respondeu aos questionamentos individualmente.

O primeiro conceito tratado, além dos tópicos apresentados da aula anterior, foi o de resistência elétrica. Os alunos participaram ativamente nesse momento. Alguns questionaram a respeito das lâmpadas (como queimam, porque apresentam o vidro externo, porque são consideradas resistores). Todos os questionamentos foram respondidos por Olívia e os alunos pareceram estar convencidos.

Um aluno perguntou:

Aluno: *Em casa, meu ventilador tem três lâmpadas, se eu colocar três lâmpadas iguais, a distribuição de energia entre elas vai ser igual?*

Alguns alunos, sentados próximos ao quadro, não escutaram o colega, então Olívia repetiu a pergunta e continuou com a explicação.

Olívia: *A pergunta dele é a seguinte: se eu colocar outra lâmpada nesse fio (aponta para uma figura da apresentação que contém uma lâmpada conectada através de um fio a uma bateria)⁵³, elas vão acender igualmente? Ele está perguntando com relação ao brilho delas.*

O mesmo aluno que fez o questionamento comentou:

Aluno: *Ao quê?*

Olívia: *Ao brilho. Se elas vão brilhar igual. Elas vão brilhar igual, o que vocês acham?*

Dois alunos expuseram seus argumentos e Olívia complementou a explicação.

Olívia: *Se as duas lâmpadas tiverem a mesma potência e forem construídas para a mesma diferença de potencial. Porque se uma for 220 e a outra 110 vai dar diferença. Mas se as lâmpadas forem iguais elas vão acender igual. Por quê? Porque a corrente que está passando no fio é a mesma. Por que é a mesma? Por que os elétrons já estão no fio, lembram? Aplicar uma diferença de potencial a gente só direciona o movimento deles, mas eles já estão ali.*

Na explicação de Olívia, não foi mencionado que a maneira como as lâmpadas são dispostas também influencia na situação indagada pelo estudante. Caso as lâmpadas possuam a mesma potência, o brilho será igual, estando elas dispostas em série ou em paralelo. Todavia, se as lâmpadas não fossem idênticas, a relação entre brilho e potência seria diferente quer elas estivessem conectadas em série, quer em paralelo.

⁵³ Ver slide 8 no Apêndice D.

Olívia finalizou a primeira exposição apresentando o motivo pelo qual as vacas morrem em tempestades devido aos raios. Os alunos pareceram estar interessados na situação, entretanto, as conversas paralelas tiraram o foco do conceito físico envolvido. Diversas perguntas surgiram nesse momento, todas foram respondidas por Olívia e finalizando ela comentou:

Olívia: *Tá, agora nós vamos fazer as questões:*

Aluno: *Uhul!*

Olívia: *É a última aula com os cartõezinhos.*

Alunos: *Ah!(tom de reprovação).*

Aluno: *Era tão legal.*

Um aluno virou para traz e perguntou ao professor regente:

Aluno: *É a última aula assim?*

O professor regente não respondeu ao questionamento do aluno. Olívia entregou os cartões para todos os estudantes.

Olívia: *Todo mundo ganhou? Todo mundo tem A, B, C, D e E? Então vamos lá gente? Não levantem (os cartões), pensem e pensem em um argumento, quando eu contar até três, no três vocês levantam, certo?*

Os alunos, nesse momento, estavam muito dispersos e conversavam bastante. Olívia, de braços cruzados, esperou calada pelo silêncio dos estudantes. Após terem feito silêncio, ela realizou a leitura do primeiro Teste Conceitual⁵⁴, bem como das alternativas possíveis. Explicou todos os detalhes da questão e pediu que os alunos, em silêncio, pensassem a respeito da situação apresentada. Após, aproximadamente, um minuto, solicitou que os alunos mostrassem suas cartelas com as respostas. Ela analisou as respostas e comentou:

Olívia: *Vocês não estão concordando, mas eu quero chamar a atenção para uma coisa. Eu falei antes na aula, quando o “aluno” (falou o nome do aluno) me perguntou, o que eram as placas da lâmpada. Vocês concordaram que tinha duas plaquinhas, uma fica positiva e a outra fica negativa, certo? E a gente fecha o circuito. Na lâmpada, na ligação da lâmpada, a gente encosta em dois lugares quando a gente conecta a lâmpada lá (suporte da lâmpada). Que lugares são esses? Um vai ser positivo e o outro negativo. Pensando nisso, vocês vão pensar de novo e responder.*

A explicação de Olívia para o funcionamento de uma lâmpada, anteriormente transcrito, foi pouco preciso. Era necessário que fosse explicitado aos estudantes que uma

⁵⁴ Ver Teste Conceitual **OA5_T1** no Apêndice B.

lâmpada é composta por duas placas, uma compõe o lado (bocal) e, usualmente, tem a forma de rosca para encaixar no suporte. A segunda placa encontra-se no centro da base.

Passados poucos segundos, ela contou até três e os alunos votaram novamente. Ela analisou a distribuição de respostas e solicitou que os alunos discutissem entre si. Após dois minutos de discussão entre os estudantes, lhes foi solicitado que votassem novamente. Ante a distribuição de respostas, Olívia comentou:

Olívia: *Muito bom, muito bom! Alguém gostaria de defender sua resposta? Não? Bom, ninguém marcou A. Porque vocês não marcaram a 'A'?*

Aluno: *Porque a 'A' só tem um fio ligado no positivo. Então não vai ter corrente.*

Olívia: *Isso. Então, vocês concordam que o circuito tem que ser fechado, certo? Quem respondeu 'B'?*

Um aluno defendeu sua ideia:

Aluno: *Eu vou dizer o que eu acho. Eu acho que a opção do João não pode ser porque o positivo tá ligado no lado. Ali não tá dizendo qual lado é qual. Eu não sei explicar, é que isso aí é uma situação hipotética.*

Olívia: *Eu acho que a dúvida que vocês têm é sobre se importa onde é o positivo e o negativo da lâmpada.*

Aluno: *É!*

Olívia: *É isso? Importa?*

Alguns alunos responderam negativamente. Um aluno pediu a palavra:

Aluno: *Tanto a situação do Pedro quanto do João, aquela parte metálica e aquela parte de baixo da lâmpada, no caso, é condutora. Eu acho que elas são situações iguais, as duas estão encostando embaixo da lâmpada, ai é condutora. Então não importa se ela tá ligada de lado ou não.*

Outro aluno perguntou.

Aluno: *Então é a C?*

Olívia: *A resposta certa é a C.*

Os alunos, que acertaram, comemoraram. A Olívia continuou a explicação da resposta correta.

Olívia: *Importa se é polo positivo ou negativo?*

Aluno: *Não! O que importa é ter um polo positivo e um polo negativo.*

Na sequência, foi apresentado aos estudantes o segundo Teste Conceitual⁵⁵; a leitura do enunciado foi feita por Olívia. Após a leitura, comentou:

Olívia: *Agora vocês já sabem!*

Aluno: *Mas a gente não tem a letra 'F'.*

Outro aluno comentou:

Aluno: *Mas então a 'F' não é!*

Olívia: *Ah, muito bom! Eu não tinha pensado nisso.*

Alguns alunos começaram a comentar a respeito das possíveis respostas da questão em voz alta.

Olívia: *Agora que já tá todo mundo respondendo e não tem o cartão 'F'.*

Aluna: *Mas já que a gente não tem a 'F' a gente põe a 'D'.*

Não foi realizada a votação e as seis alternativas foram discutidas com os alunos. Todos os estudantes participaram, nesse momento, da discussão das alternativas. Ao final, Olívia comentou:

Olívia: *Vocês já sabem tudo!*

O terceiro Teste Conceitual⁵⁶ foi, então, lido para os estudantes, assim como as alternativas. Passado, aproximadamente, um minuto, os alunos votaram e, após a análise das respostas, Olívia pediu que eles conversassem com os colegas. A segunda votação foi feita após três minutos de discussão; Olívia observou as cartelas dos alunos e comentou (sem dar indícios que houve convergência para a resposta correta):

Olívia: *Vamos ver uma a uma. Quem marcou a 'A', gostaria de defender sua opinião?*

Aluno: *Eu. Olha só "sora", se eles estão ligados na mesma bateria, eles têm a mesma resistência.*

Outro aluno disse não.

Olívia: *É?*

Alunos: *Não.*

Olívia: *Lembram quando o 'aluno' (disse o nome do aluno) perguntou se ligasse, no ventilador dele que tem três lugares para a lâmpada, que eu mostrei que se a gente colocasse outra lâmpada no mesmo circuito ela ia brilhar igual se?*

⁵⁵ Ver Teste Conceitual **OA5_T2** no Apêndice B.

⁵⁶ Ver Teste Conceitual **OA5_T3** no Apêndice B.

Alunos: *Elas fossem iguais.*

Olívia: *Se as lâmpadas fossem iguais. Aí até perguntaram sobre a resistência, o fiozinho. Cada lâmpada tem uma resistência diferente, por causa do fiozinho, certo? Então a 'A' não pode ser. Por que a 'A' está errada? Porque ela diz que as resistências elétricas são iguais. Por que a gente sabe que elas não são iguais?*

Aluno: *Porque a 'A' brilha mais que a 'B', logo vai ter diferença.*

Olívia: *Exatamente! Se o brilho é diferente a resistência é diferente. Quem respondeu a 'B' gostaria de defender sua opinião?*

Aluno: *Eu.*

Olívia: *Fique a vontade.*

Aluno: *Ali na primeira situação mostra que a corrente elétrica vai do negativo pro positivo, tá? Vai do menos pro mais. Então, ela passa primeiro na lâmpada B e depois passa na A. E na 'B' (alternativa) diz que 'A' (lâmpada) tem maior resistência elétrica. Então, se ela resiste a eletricidade ela brilha menos que B.*

Olívia: *Então, quer dizer que a corrente elétrica sai (aponta para a figura)...*

Aluno: *É, e primeiro os elétrons passam por 'B' (lâmpada)...*

Olívia: *E eles ficam ali...*

Aluno: *E o resto vai para o A e o fio fica conduzindo...*

Olívia: *Então quer dizer que os elétrons saem, passam na lâmpada e ficam um pouco ali e o resto passa?*

Aluna: *Não!*

Aluno: *A corrente elétrica está estabelecida. Ela tá passando no meio...*

Olívia: *A corrente elétrica é diferente em algum ponto do fio?*

Alunos: *Não!*

Olívia: *É ou não é?*

Aluno: *Eu acho que ela fica mais fraca.*

Olívia: *Por que tu acha que ela fica mais fraca?*

Aluno: *Porque ela gasta energia.*

Olívia: *O que vocês acham disso. O 'aluno' (diz o nome do aluno) disse que ele acha que a corrente vai ficando mais fraca conforme ela vai sendo, flui no fio, e ela vai perdendo energia no meio do caminho.*

Aluna: *Não, nada a ver.*

Olívia: *É isso que tu quis dizer?*

Aluno: *Não, na verdade a corrente elétrica é fechada, né? Então os elétrons estão sempre circulando, se a 'A' (lâmpada) tem menos resistência que a 'B' (lâmpada), então ela brilha menos.*

Olívia: *Ah, tu quer dizer outra coisa. Tu quer dizer que a 'A' (lâmpada) brilha menos porque ela tem mais resistência elétrica. O que vocês acham? Quem não marcou 'B' (alternativa)? Se a 'A' brilha mais ela tem mais ou menos resistência elétrica?*

Aluno: *A corrente elétrica é a mesma, tanto em A quanto em B, a questão é a resistência elétrica.*

Olívia: *Menos ou mais?*

Aluna: *Eu acho que é a 'D'.*

Olívia: *Se ela brilha mais...*

Aluno: *A questão é a resistência elétrica, não a corrente elétrica. A corrente elétrica é a mesma, tanto pra 'B' quanto pra 'A'...*

Olívia: *Certo. Nas duas configurações. Tanto em um polo para um lado quanto para o outro. Tem um campo elétrico dentro do fio e a gente tá alterando o movimento dele (supomos que a intenção era se referir ao sentido do campo elétrico). Agora, se a resistência for maior, ela vai brilhar mais, ou menos?*

Aluno: *Menos.*

Olívia: *Ela brilha mais, porquê? Só por que é contra (sentido contrário do campo elétrico)?*

Aluno: *Eu não entendi, "sora". Então a resistência elétrica alta atrai a eletricidade?*

Olívia: *A 'A' resiste com a eletricidade. Essa resistência...*

Aluno: *Produz mais luz.*

Olívia: *Vai produzir mais luz, vai aquecer mais. A conversão de energia vai ocorrer maior com uma resistência maior.*

Aluno: *Então é a 'E'.*

Olívia: *Isso!*

Olívia discutiu, na sequência, as demais alternativas com os alunos. Um aluno comentou que ela poderia ter explicado a relação entre resistência e o brilho das lâmpadas. O estudante detectou o problema em relação à explicação de Olívia; a relação entre o brilho da lâmpada e sua resistência não havia sido explicada por Olívia, dessa forma, os estudantes tiveram muita dificuldade em responder ao Teste Conceitual. Ao longo do diálogo, foi possível perceber que os estudantes explicitaram opiniões com erros conceituais.

Olívia, diante de tal situação, deveria retomar a explicação do Teste Conceitual, lembrando que o sentido da corrente elétrica não influencia no brilho da lâmpada, apenas sua resistência. É importante destacar que o Teste Conceitual apresentava duas lâmpadas conectadas em série, ou seja, a lâmpada de maior resistência dissiparia a maior potência e, portanto, teria o maior brilho. Contudo, caso tais lâmpadas fossem conectadas em paralelo, a lâmpada de menor resistência dissiparia a maior potência e, por consequência, teria o maior brilho.

A segunda parte da aula começou com a exposição da Lei de Ohm. Olívia optou por introduzir o tópico perguntando aos estudantes por que ao acionarmos o interruptor a lâmpada

ascende instantaneamente. O mesmo aluno que manteve o diálogo sobre a questão anterior acertou a resposta. Após a apresentação da relação entre diferença de potencial, corrente elétrica e resistência elétrica, foi apresentando gráfico de ‘ ddp ’ *versus* corrente elétrica para representar os resistores considerados ôhmicos.

O primeiro Teste Conceitual⁵⁷ selecionado para a segunda parte da aula foi, então, lido para os estudantes, assim como as alternativas. Após, aproximadamente, um minuto, os alunos votaram com os cartões. Olívia, diante da distribuição das respostas dos estudantes comentou.

Olívia: *Mas ah! Muito bom! Quem respondeu A, gostaria de defender sua ideia?*

Um aluno, que aparentemente não optou pela alternativa A, comentou.

Aluno: *Se fosse diretamente proporcional seria uma reta, né “sora”?*

Olívia: *O que é ser diretamente proporcional?*

Aluno: *Se aumenta dois (unidades) na corrente elétrica aumenta dois (unidades) na resistência elétrica.*

Olívia: *Isso! Mas não é o caso, certo? (apontando para a curva do gráfico) Quem marcou A, entendeu?*

Os alunos que optaram por tal resposta pareceram ter entendido o argumento. Contudo, o argumento utilizado pelo estudante apresenta um erro: em um resistor ôhmico, a tensão e a corrente elétrica são proporcionais, não a corrente elétrica e a resistência. Tal situação seria representada por uma reta inclinada em um gráfico de tensão *versus* corrente elétrica.

Olívia: *E quem respondeu B, gostaria de defender sua ideia?*

Aluno: *A resistência elétrica aumenta quando a corrente aumenta, isso dá pra ver pelo gráfico. Mesmo que não seja diretamente proporcional quando a corrente aumenta a resistência aumenta.*

Ao final, os alunos foram elogiados por Olívia pelo bom desempenho.

Olívia: *Tô gostando de ver!*

O segundo Teste Conceitual⁵⁸ foi lido com os estudantes. Ao longo da explicação, um aluno apresentou uma dúvida sobre um termo.

Aluno: *O que é um componente ôhmico?*

⁵⁷ Ver Teste Conceitual **OA5_T4** no Apêndice B.

⁵⁸ Ver Teste Conceitual **OA5_T5** no Apêndice B.

Olívia: *Eu falei!*

Após analisar a distribuição das respostas, Olívia explicou alguns gráficos que os estudantes não tinham compreendido. Entretanto, não foi retomada a explicação do tópico, ela apenas explicou os gráficos. Então, solicitou que os estudantes votassem novamente e, igualmente, houve divergência das respostas. Apenas a explicação dos gráficos não foi suficiente para os estudantes acertarem o Teste Conceitual. Claramente, os estudantes ainda não compartilhavam os significados almejados por Olívia; dessa forma, ela deveria ter retomado a explanação a respeito de componentes ôhmicos.

Ao final da aula, os alunos tentaram convencer Olívia do peso do trabalho na nota da prova. Ela deixou claro que não iria mudar os valores e que os estudantes tinham a opção de fazer, ou não. A aula terminou com a realização da chamada.

Quadro 10 – Síntese interpretativa: Caso Olívia – Aula 05

Olívia apresentava um bom entendimento do conteúdo a ser tratado na aula, como já citado. Assim como na aula anterior, encontrou certa dificuldade para manter a atenção dos alunos durante a explicação do conteúdo, bem como na explicação dos Testes Conceituais.

A estrutura da aula foi modificada em relação às anteriores (aulas 01, 02 e 03). Olívia optou por tratar de poucos conceitos na primeira etapa da aula, apresentar Testes Conceituais sobre tais conceitos e, na sequência, continuar com novos conceitos/tópicos. Diferentemente da aula anterior, a divisão dos conteúdos e o tempo dedicado para cada Teste Conceitual foi bem calculado e a aula apresentou boa fluência.

Apesar da boa estrutura planejada (divisão do tempo entre exposição e Testes Conceituais), a relação entre o conteúdo exposto e os Testes Conceituais não foi satisfatória. Na primeira etapa da aula o conceito tratado foi, basicamente, corrente elétrica. Os Testes Conceituais envolviam conhecimentos sobre o funcionamento de uma lâmpada, assim como relações entre resistência e brilho. Os alunos apresentaram muitas dificuldades em tais questões. Além disso, o segundo Teste Conceitual apresentava seis alternativas e os alunos tinham apenas cinco cartões. Esse mesmo teste conceitual apresentava mais de uma resposta correta.

A estrutura proposta pelo IpC para a etapa dos Testes Conceituais não foi utilizada de maneira adequada. Novas votações foram realizadas quando os alunos não tinham compreendido os testes e/ou o conteúdo. Além disso, Olívia não deixou claro se os alunos convergiram, ou não, para a resposta correta quando houve discussão entre os pares.

A segunda etapa dos Testes Conceituais foi mais eficiente. O primeiro Teste Conceitual apresentado teve alto índice de acertos e não houve discussão entre os pares. No segundo, houve dispersão das respostas. Olívia, diante das respostas, explicou novamente os gráficos e solicitou que os mesmos votassem novamente. Tal técnica não se mostrou eficiente, os alunos continuaram apresentando dificuldades e não houve convergência para a resposta correta. Dessa forma, os ganhos na aprendizagem ficaram aquém do esperado.

Apesar do bom desempenho dos estudantes no primeiro teste da segunda etapa da aula, aparentemente, algumas dúvidas em relação ao conceito abordado foram detectados no segundo teste. Mesmo após Olívia explicar com mais detalhes os gráficos apresentados em tal teste, não houve convergência para a resposta correta. A estratégia que deveria ser adotada era retomar a explanação do conteúdo, a fim de sanar as dúvidas conceituais dos estudantes.

4.3.3 Alguns achados do caso Olívia

Através da observação dos episódios de ensino descritos na subseção anterior, foi possível perceber o grau de complexidade que um ambiente formal de ensino possui, resultante de vários fatores que se relacionam. Destacaremos, a seguir, alguns aspectos relevantes que guiarão nosso caminho a fim de responder nossas questões de pesquisa.

As crenças de Olívia transpareceram ao longo de sua estadia como regente de classe. Sua experiência como discente ao longo do ensino básico (e do ensino superior) foi rica em contraexemplos de bons professores. Em seus planos de aula, suas observações e relatos contidos no relatório de estágio, bem como em suas falas anteriormente descritas, é possível identificar o desejo de motivar os estudantes a aprender Física. Em seu relatório de estágio, identificamos a seguinte afirmativa, a qual corrobora com a percepção que, em suas aulas, motivar os estudantes foi um dos fatores principais:

Como o nosso objetivo durante a regência não era o de que os alunos aprendessem mecanicamente, as informações passadas a eles foram preparadas de maneira a serem potencialmente significativas e relacionadas com os subsunçores, tais informações foram conhecidas durante o período de observações. Mas para a aprendizagem significativa se consolidar, era necessário ainda que os alunos fossem motivados a aprender. Com tal intuito, os conteúdos foram trabalhados a partir de aplicações em fenômenos e dispositivos do cotidiano dos alunos.

Além disso, através de suas falas, transcritas na narração dos episódios de ensino observados, identificamos discursos que confirmam tal aspecto:

Eu vou tentar animar vocês para estudar. Eu vou tentar fazer vocês prestarem atenção em mim. Eu vou tentar trazer o máximo de aplicações possíveis (...) (Aula 01);

(...) eu espero que vocês estejam muito motivados para aprender tudo que eu tenho que falar (Aula 01).

A opção de utilizar o método IpC também é apontada, através de seu discurso, como um fator motivacional aos estudantes:

“Eu vou tentar animar vocês para estudar. (...) e, além disso, a nossa metodologia de ensino, como falou o ‘professor’ (diz o nome do professor regente), veio lá de Harvard, porque eles também se preocupam em como ensinar Física e eles desenvolveram um método de ensino de Física. (...)” (Aula 01).

Tal ponto de vista também foi encontrado em seu relatório de estágio:

A utilização da Metodologia Instrução pelos Colegas também, foi uma tentativa de motivação, inovação do ensino.

Também na entrevista semiestruturada realizada antes do início de seu período de regência, foi possível identificar alguns aspectos referentes ao IpC.

Eu não sei como vai ser a aceitação dos alunos, eu espero que seja boa. Porque com a nova metodologia, o Peer Instruction, além de eles poderem se soltar, ela vai estar baseada naquilo que eu vou utilizar como motivação com eles e isso pode ser que influencie eles a se esforçarem.

Sua narrativa demonstra certo temor quanto á aceitação ao método; entretanto, mostra, também, que seu objetivo é, através do uso do IpC, motivar os estudantes e possibilitar uma mudança na postura deles quanto aos hábitos de estudos. Em outro trecho da entrevista, é possível perceber a conexão entre sua concepção do ensino e o uso do método:

Eu acho que a metodologia vai me ajudar a fazer tudo que é possível. Eu vou tentar avaliar eles experimentalmente, etc., mas eu vou utilizar um método que as aulas são baseadas em uma coisa que, não porque eu gostaria de ter tido, mas que eu acho que é melhor do que fazer uma aula só expositiva.

Buscando responder preliminarmente uma das questões-foco da pesquisa, identificamos situações ao longo da narrativa dos episódios de ensino que foram resumidas e interpretadas em *quadros de síntese interpretativa*⁵⁹(quadros 2, 4, 6, 8 e 10). De maneira geral, um aspecto presente em todas as análises feitas centra-se no comportamento dos estudantes. Olívia encontrou muitos problemas ao tentar manter o foco e o silêncio dos estudantes durante suas explicações e no andamento dos Testes Conceituais. Constantemente, ela teve que alterar seu tom de voz, acenar para os estudantes, ou até mesmo subir em uma cadeira, para que os estudantes fizessem silêncio. Tais dificuldades também foram expressas em suas palavras, no trabalho de conclusão de curso, ao relatar seu período de regência:

A aula por si só não foi suficiente para mantê-los atentos, havia uma aluna sentada de costas, alunos conversando, enfim, acabei chamando a atenção algumas vezes, outras vezes os próprios alunos chamaram atenção dos colegas (relato da aula 01).

No mesmo relato, Olívia demonstra seu sentimento quanto ao ocorrido e a busca por alternativas para justificar o ocorrido:

⁵⁹ Quadro contendo as interpretações das situações ocorridas no episódio de ensino.

A frustração acaba acontecendo quando os alunos não prestam atenção na aula. Acredito que o problema nem seja a aula em si, mas toda a formatação que eles têm de aulas, aulas de Física e Ensino.

Os conflitos acima descritos encaixam-se, segundo o modelo proposto por Beach e Pearson (1998) na categoria de **conflitos pessoais**. Professores novatos encontram, frequentemente, dificuldades em manter a atenção dos alunos durante a instrução, bem como problemas de comportamento.

Ao procurar respostas para o ocorrido, atribuindo a culpa aos alunos ou a fatores externos, Olívia demonstra que lidou com a situação, basicamente, de acordo com as **estratégias de nível II**, onde não há uma reflexão mais rigorosa de suas crenças.

Em alguns episódios de ensino, Olívia demonstrou certa dificuldade de se posicionar frente ao comportamento dos seus estudantes. Havia, nitidamente, um conflito entre ser “amiga” dos estudantes e ser uma “figura de autoridade”. Neste caso, trata-se de um **conflito de papel** (Ibid.). Ocorreu, nitidamente, entre a primeira e a segunda aula, uma mudança de postura de Olívia que oscilou entre os extremos de tal relação. No primeiro episódio, manteve-se mais calma em relação à postura dos estudantes, inclusive fazendo brincadeiras e solicitando silêncio de maneira mais extrovertida. Já no segundo episódio, manteve-se dura, inclusive ameaçando os estudantes em relação à atividade avaliativa que seria feita.

Após o período de regência de classe de Olívia, realizamos uma entrevista e solicitamos que ela comentasse um pouco sobre sua experiência durante o estágio. Ela comentou:

Eu acho que teria sido mais proveitoso para os alunos se eu não ficasse tão preocupada em ser mais séria, mais rígida, ameaçar que eu ia tirar da sala, etc. Até aconteceu uma coisa engraçada, em uma das aulas que eu estava sendo avaliada, eu tentei fazer uma coisa que o professor regente falou: tentar ameaçar os alunos. E o professor orientador criticou isso. Aí entra em choque a opinião de todo mundo. Então eu decidi fazer o que eu achava melhor, quando o professor orientador não estava eu era mais descontraída e quando ele estava eu era mais séria.

Em sua fala, Olívia confirma que houve uma mudança de postura frente ao comportamento dos estudantes e que houve certa influência das concepções do professor regente e do professor orientador em suas atitudes. Nesse caso, Olívia estava vivenciando um **conflito institucional**, sua concepção de postura perante os estudantes era oposta a do professor regente e a do professor orientador. Ao lidar com tal conflito, Olívia utilizou uma

estratégia de nível II, na qual incorporou uma mudança em sua postura de maneira parcial, apenas a fim de sanar, momentaneamente, tal conflito.

Outro aspecto destacado nos quadros de síntese interpretativa foca-se na condução dos Testes Conceituais. O IpC sugere que, após a leitura do enunciado e das alternativas para os estudantes, seja dado um tempo para que os estudantes pensem por um ou dois minutos, em silêncio. Após o tempo para pensar, uma estratégia recomendada é solicitar que os estudantes votem juntos, para que não haja influência na primeira votação. Essa situação não ocorreu durante os episódios de ensino, apesar dos esforços de Olívia que, com frequência, solicitava que os alunos pensassem calados. Tais situações encaixam-se na categoria de **conflitos pessoais**. Apesar de seus esforços, os alunos não atendiam às solicitações. As observações de Olívia do seu período de regência, encontradas em seu trabalho de conclusão de curso (TCC), explicitam tal descontentamento com a atitude dos alunos:

Outra questão é o fato de na hora que os alunos têm para pensar na resposta e em um argumento para ela, eles conversam com os colegas, não pensam em silêncio! Quando eles acreditam que resolvem a questão, já levantam a placa. (relato da aula 01)

Nessa aula, embora eu tivesse chamado atenção se repetiram o fato de os alunos conversarem no momento que era para pensarem na resposta e no argumento para ele; (relato da aula 02)

Nessa aula também se repetiram o fato de os alunos não ficarem em silêncio no momento que eles deveriam pensar (...); (relato da aula 03)

Aqui chamei mais uma vez a atenção sobre, quando levantar a placa, combinei com eles que contaria até três. Começou a funcionar, mas o fato de eles ficarem em silêncio para pensar na questão, não aconteceu. (relato da aula 04)

Ao longo do período de observação, foi possível perceber que, apesar do engajamento dos estudantes nas discussões, houve pouca movimentação na sala de aula. As discussões geralmente ocorriam nos pequenos grupos que se formavam e não havia um intercâmbio de opiniões entre os grupos. Esse fator também foi percebido por Olívia e foi descrito, em seus relatos de observação, como um aspecto negativo:

Quanto às discussões entre os próprios alunos eu creio que não funcionou tão bem como deveria, pois os alunos apenas conversam em pequenos grupos; (relato da aula 01)

Nessa aula também se repetiram o fato de os alunos não ficarem em silêncio no momento que eles deveriam pensar, de não levantarem as cartões apenas quando solicitados e de uma interação maior não acontecer entre os colegas de grupos diferentes. (relato da aula 03)

Nas conclusões apresentadas no relatório de estágio, Olívia identificou tais situações como aspectos que comprometeram a boa execução do método.

Com relação ao método não foi possível aplicá-lo da forma ideal, pois em todas as aulas, embora eu chamasse atenção os alunos não ficavam em silêncio para pensar na resposta individualmente. Além disto, a questão de que a turma não conversa entre seus pequenos grupos, não consolidou o objetivo do “colega mais capaz” explicar para os outros. Houve a sugestão de eu fazer um espelho de classe, mas optei por não o fazer. Seria mais uma coisa diferente para os alunos lidarem. E talvez, por ser Olívia, estaria ferindo a liberdade deles.

Tais constatações também foram reportadas no trabalho de Fagen *et al.* (2002). Segundo os autores, é importante que o instrutor circule pela sala de aula durante a discussão dos grupos sobre os Testes Conceituais, ajudando a orientar e incentivar os alunos na discussão. Olívia teve essa atitude; todavia, os conflitos existentes entre os alunos fizeram com que estes interagissem apenas nos grupos de afinidade.

Ainda entre os aspectos referentes à execução dos Testes Conceituais, Olívia, por diversas vezes, realizou votações que não se encaixavam no modelo proposto pelo IpC, ou ainda, conduziu os estudantes para a etapa das discussões apesar de a maioria ter optado pela alternativa incorreta. O resultado de tais discussões foi pouco frutífero, não convergindo para a resposta correta.

A escolha dos Testes Conceituais para cada aula aparentou não ter passado por uma seleção crítica. Algumas questões exibidas aos estudantes abordavam conceitos (ou palavras específicas) que não tinham sido abordados ao longo da explanação. Além disso, as alternativas de algumas questões apresentavam termos que os estudantes não tinham tido contato e, portanto, utilizaram isso como justificativa para não optar por tais alternativas. Algumas questões apresentavam erros de digitação, bem como alternativas mais numerosas que o número de cartões que os alunos possuíam. Em alguns Testes Conceituais não ocorreu a etapa de discussão entre os colegas devido à falta de sincronismo entre a exposição e a questão proposta, ou ainda, devido à falta de precisão ao explicar os conceitos envolvidos em tais testes. Tais conflitos encaixam-se na categoria de **conflitos de instrução**.

Cabe ressaltar que, em nenhum momento ao longo do período de observação, percebemos falta de domínio do conteúdo. Contudo, em algumas situações, as explicações não foram claras o suficiente para os estudantes. Com alguma frequência Olívia não dispunha de explicações alternativas para uma mesma dúvida dos alunos.

As situações apresentadas acima não foram identificadas por Olívia, em seus relatos de observação, como conflitantes. Entretanto, na entrevista realizada após o período de regência, Olívia identificou a necessidade de escolher bons Testes Conceituais e de explorar mais justificativas para as questões selecionadas.

Eu acho que eu tinha que ter me preparado melhor para as dúvidas dos alunos nos Testes Conceituais, e as dúvidas que essas perguntas desencadeavam. (...) Em algumas questões que eu achei que seria simples para eles verem o que estava acontecendo não foi tão simples.

Na mesma entrevista, perguntamos se ela “*faria alguma coisa diferente do que fez no estágio de docência*”. Olívia destacou que optaria por fazer a disciplina de estágio quando tivesse mais tempo para se preparar para as aulas.

Eu tentaria fazer em um semestre que eu pudesse estudar mais para ter mais jogo de cintura para responder as dúvidas dos alunos.

Apesar de ter enfrentado tais conflitos ao longo do período de regência, Olívia não adotou nenhuma postura frente a essas situações. Dessa forma, Olívia adotou uma **estratégia de nível I** ao se distanciar do problema; por consequência, acabou não reportando tais situações em seus relatórios escritos.

Em suas conclusões contidas no relatório de estágio, Olívia destacou que teve dificuldades em encontrar questões para as aulas:

Como em qualquer atividade desafiadora, as dificuldades surgiram. Entre elas eu destaco a dificuldade em encontrar questões apropriadas e a dificuldade em descobrir o que os alunos sabiam.

O trabalho de Fagen *et al.* (2002) também aponta que uma das dificuldades que os professores encontram ao utilizar o IpC é encontrar questões adequadas.

Na afirmativa anterior, Olívia destacou “a dificuldade em descobrir o que os alunos sabiam”, isso poderia ter sido resolvido caso houvesse um preparo antes das aulas por parte dos estudantes, conforme sugerem Araujo e Mazur (ARAUJO e MAZUR - em elaboração⁶⁰). Nesse caso, teríamos a combinação do EsM com o IpC; segundo os autores (Ibid.), “o ponto principal no EsM é a possibilidade do professor planejar suas aulas a partir

⁶⁰ Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem de Física, de autoria de Araujo, I. V & Mazur, E., submetido ao Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Agosto de 2012.

dos conhecimentos e dificuldades dos seus alunos, manifestadas através das respostas que eles fornecem em atividades de leitura prévias aos encontros presenciais”.

Apesar das dificuldades reportadas em relação à escolha de Testes Conceituais adequados, houve, em alguns momentos, a convergência para a resposta correta após a etapa da discussão entre os colegas, conforme aponta a literatura (MAZUR, 1997; CROUCH *et al.*, 2007; CROUCH e MAZUR, 2001; BUTCHART *et al.*, 2009). Entretanto, tal convergência ocorreu de maneira menos expressiva do que em nosso primeiro estudo.

Um último aspecto percebido ao longo do período de observação é que o *feedback* imediato quanto à aprendizagem dos conceitos compartilhados, proporcionado pelo IpC, com os estudantes foi pouco utilizado. Em alguns testes, apesar do erro dos estudantes, o conceito abordado não foi retomado, ou abordado de maneira diferenciada.

A principal função do professor, segundo Gowin, é verificar se os significados que o aluno compartilha são os mesmos que ele almeja. O IpC, como estratégia didática, favorece esse processo de compartilhar significados, bem como a verificação se tais conceitos estão de acordo com o esperado.

Apesar de válida a intenção de utilizar o método como um fator motivador aos estudantes, bem como uma estratégia para fazer os alunos interagirem entre eles através de discussões sobre tópicos de Física, Olívia não o utilizou como uma ferramenta de averiguação da aprendizagem dos estudantes. A estrutura de suas aulas, descritas ao longo da seção anterior, demonstram que a etapa dos Testes Conceituais foi utilizada com o intuito de aplicar o conhecimento explanado, não de acompanhar o compartilhamento de significados entre Olívia e os estudantes. Assim, é importante que investigações sobre o método sejam elaboradas e divulgadas, buscando levantar falhas, mostrar caminhos, apontar fraquezas, maus usos e vantagens a fim de aprimorar a metodologia.

4.3.4 O caso Francisco: suas características e o cotidiano de sala de aula

Francisco ingressou no curso de Licenciatura em Física no ano de 2005. Até o ano de 2009 o estudante realizou atividades profissionais que não estavam relacionadas ao curso. No ano de 2010, devido à oferta de uma bolsa de iniciação à docência (PIBID), ele teve a oportunidade de se dedicar melhor à sua formação. Essa realidade de estudantes que se dividem entre dois ‘mundos’, o do trabalho e da formação acadêmica, se faz presente com grande frequência, principalmente nos cursos noturnos.

A opção de Francisco pelo curso de Licenciatura em Física norteou-se em dois aspectos: sua afinidade com a disciplina e a facilidade em ensinar os colegas de classe – ainda na época do ensino básico. Durante o curso de graduação, teve contato com diversas disciplinas de formação pedagógica, as quais, segundo sua opinião, não lhe ofereceram conexão com a realidade escolar. Segundo ele, a grande maioria das disciplinas foi repetitiva e de pouco cunho prático. Apenas através das disciplinas do final do curso, bem como através da sua bolsa de iniciação à docência, foi que o estudante pode ter um contato mais próximo com o contexto escolar.

Sua experiência como docente limitou-se a atividades realizadas em disciplinas específicas ao longo do curso e a aulas particulares. Sua experiência como professor particular é de longo tempo; tendo praticado essa função desde o Ensino Médio, quando auxiliava seus colegas na disciplina de Física. Para ele, a linguagem comum com seus colegas fazia com que eles aprendessem melhor com ele do que com o professor.

Apesar de possuir expectativas positivas quanto à docência, Francisco encontrou diversos problemas ao longo do período inicial da disciplina de estágio de docência, incluindo problemas de saúde que fizeram com que ele ficasse um tempo impossibilitado de frequentar os encontros da disciplina. Por muitas vezes foi possível perceber que havia pouca motivação para realizar as atividades solicitadas. Em alguns microepisódios de ensino, transpareceu que Francisco tivesse preparado as suas apresentações de última hora, demonstrando, de certa forma, falta de comprometimento com a disciplina.

O período anterior à regência é uma etapa de planejamento, na qual o estudante deve optar por alguns referenciais teóricos e metodológicos para fundamentar as suas ações futuras, aprofundar-se no estudo desses referenciais e conceber e elaborar seus planos de aula. Francisco teve problemas na realização de tais tarefas e acabou excedendo o prazo determinado pelo professor orientador da disciplina.

Durante o período que antecedeu a regência, tivemos um contato mais próximo com Francisco, conforme já mencionado. Ao longo desse período, foi possível perceber que Francisco passava por um período de desmotivação e de pouco comprometido com a disciplina. Nesse contato também foi realizada uma entrevista, na qual pudemos identificar as características aqui apresentadas. Por sua opção de utilizar o IpC e, justamente, por essa desmotivação, contrastando com as características de Olívia, é que foi escolhido como nosso sujeito de pesquisa.

O período de observação teve início no dia 21/05/2012 e se encerrou em 12/06/2012. A turma de 3º ano do Ensino Médio em que Francisco realizou seu período de regência era composta por 29 alunos. A maior parte das aulas aconteceu na sala de aula, diferentemente das do professor regente, cujas aulas eram ministradas no laboratório de Física da escola. Francisco não mostrou qualquer aversão à ideia de que as aulas fossem gravadas em vídeo.

Ao longo do período de observação da disciplina de estágio de docência, Francisco teve contato com a turma escolhida e, através de seu relato no trabalho de conclusão de curso, descreve os alunos da turma como sendo bastante interessados e questionadores sobre o que o professor fala.

Passaremos, a seguir, a descrever as observações sobre o período de regência de Francisco. Será apresentado, inicialmente, um quadro contendo os conteúdos selecionados e os objetivos de ensino para o respectivo episódio de ensino, destacados por Francisco em seus planos de aula (presentes no apêndice F).

Primeira aula

Quadro 11- Conteúdos e objetivos de ensino: Primeira aula Francisco

Conteúdo:
<ul style="list-style-type: none">• Capacidade elétrica e Capacitores;
Objetivos de ensino:
<ul style="list-style-type: none">• Oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa entender:<ul style="list-style-type: none">– O conceito de capacidade elétrica e seus possíveis usos;– O funcionamento dos capacitores e suas aplicações no dia a dia.

Momentos antes do início da primeira aula, em 21/05/2012, Francisco organizou os equipamentos que utilizaria para a aula (*notebook* e projetor). Ao finalizar tal tarefa, percebeu que tinha esquecido os cartões de votação para os Testes Conceituais do IpC. Como os estudantes já estavam chegando à sala de aula, o professor regente se voluntariou para buscar o *kit* de cartões que se encontravam na sala do orientador do estágio⁶¹. A aula ocorreu na sala de aula, que contava com mesas individuais, porém, os alunos agrupavam-se, aparentemente, por afinidade.

A aula começou com os estudantes conversando de modo não muito barulhento. Francisco optou por fazer a chamada antes de se apresentar. Após a realização da chamada, passou a apresentar o cronograma da disciplina para seu período de regência, bem como o pesquisador, sentado ao fundo da sala.

⁶¹ Esta sala fica no Instituto de Física da UFRGS a mais de 500 m do local em que ambos se encontravam.

Francisco: *Nós temos lá ao fundo o Maykon. Ele está, digamos assim, me estudando. Eu faço parte do projeto de mestrado dele. Então ele vai estar aqui me filmando, por isso que estou assim, mais elegante hoje (risos). Certo? Não se preocupem com ele, ele não vai perturbar nossa aula. Vocês tentem não interagir com ele também para deixá-lo só nos estudando.*

O último recado antes de a explanação começar foi que os alunos ganhariam uma lista de exercícios para entregar ao final do período de regência. Francisco solicitou que os estudantes avisassem os colegas ausentes. A reação dos estudantes foi muito positiva e os mesmos aplaudiram Francisco. Um aluno comentou:

Aluno: *“Sor”, tu pode ficar até o final do ano! (Nota: o professor regente da turma ainda não tinha chegado à sala de aula)*

Francisco optou por apresentar, inicialmente, aplicações do conteúdo que seria visto ao longo do período de regência e justificou sua escolha comentando:

Francisco: *Eu me lembro que duas semanas atrás eu estava assistindo uma aula, que era uma prova. E no final da prova o aluno estava, obviamente, muito indignado porque ele foi mal. Ele achou que a prova estava muito difícil; e no final da prova estávamos eu e mais dois estagiários ao lado dele e ele reclamou o porquê dele ter que estudar Física. O meu objetivo aqui é tentar mostrar para vocês que em tudo vocês têm Física.*

Ao término do comentário, o professor regente da turma entrou na sala de aula carregando em mãos os kits de cartões para a votação dos Testes Conceituais. Os alunos continuaram prestando atenção em Francisco mesmo com a presença do professor. Passados alguns minutos, o professor tomou a liberdade de distribuir o conjunto de cartelas aos alunos. Não houve dispersão nesse momento.

Nos instantes iniciais da explanação, Francisco optou por comentar situações do cotidiano que possuíam conexão com o conceito físico a ser abordado em sua aula, a saber, capacidade elétrica. Além da apresentação do componente eletrônico capacitor e da garrafa de Leyden, foi abordado o fenômeno dos raios, sendo explicitada a conexão entre o fenômeno natural (raio) e a garrafa de Leyden⁶².

A demonstração da descarga elétrica na garrafa de Leyden não aconteceu. Francisco comentou as possíveis causas do ocorrido e apresentou algumas dicas aos estudantes para que o experimento funcionasse de maneira mais eficiente. Além disso, argumentou que os

⁶² A Garrafa de Leyden consiste em um pote cilíndrico de material isolante, com uma folha metálica fixada por fora e outra fixada por dentro. Um terminal atravessando a tampa do pote faz contato com a folha interior, e um anel metálico faz contato com a folha exterior, constituindo assim os dois terminais do capacitor. Fonte: <http://www.coe.ufrj.br/~acmq/leydenpt.html>

estudantes poderiam realizar a montagem do aparato e que o livro texto continha uma seção que mostrava como fazê-lo.

Ao introduzir o conceito de capacidade elétrica, Francisco revisou com os alunos o conceito de diferença de potencial, bem como o conceito do trabalho necessário para movimentar uma carga ao longo das linhas de campo elétrico. Os estudantes interagiram nesse momento e responderam aos questionamentos de Francisco de maneira correta.

Os fatores geométricos dos capacitores, e suas respectivas influências na capacidade elétrica de um corpo, foram apresentados. Os alunos, aparentemente, acompanharam bem a explicação de Francisco. Em alguns instantes, fizeram perguntas a respeito do que estava sendo tratado e tais questionamentos foram respondidos de maneira clara.

Após o término da explanação, a qual durou aproximadamente 30 minutos, Francisco apresentou o método Instrução pelos Colegas.

Francisco: *Bom, nós vamos, aqui, utilizar um método que é utilizado em Harvard nas aulas de Física. Vocês vão ter o privilégio, assim como a turma 111, de utilizar esse método que é utilizado em Harvard. Vocês todos já receberam os cartões?*

Alunos: *Sim.*

Francisco: *Ótimo. Esse método é chamado de Instrução pelos Colegas. Ele vai funcionar de uma maneira simples. Eu vou ler uma questão, vou ler o enunciado, vou ler as opções, vou dar uns 30 segundos para vocês pensarem na resposta. Enquanto pensam na resposta, vocês têm que montar um argumento em cima da resposta. Certo? Não é simplesmente achar uma resposta ou chutar uma resposta. Tem que pensar por que aquela resposta seria a certa. Porque isso? Porque depois vocês vão ter a oportunidade de conversar com outros colegas que tiveram a resposta diferente de vocês. E daí vocês vão ter que provar quem convence quem. Mostrar quem tem mais lábia, quem consegue convencer o outro do seu argumento. As questões são simples; são sempre de múltipla escolha.*

Uma aluna levantou a mão e Francisco deu a oportunidade para ela falar:

Aluna: *Esse método é só utilizado em aulas de Física em Harvard?*

Francisco não soube responder essa pergunta, então solicitou que o pesquisador comentasse a respeito do método. O pesquisador comentou que o método não é utilizado apenas nas aulas de Física; em outras disciplinas o método também é utilizado. Francisco retomou a apresentação do método, comentando sobre uma reportagem que saiu no jornal sobre seu uso em aulas de Física em Pelotas.

Francisco: *Aqui nesta imagem, nós temos um professor de Pelotas. Vocês podem ver que os cartões são basicamente iguais aos de vocês. Quando eu disser para vocês votarem, eu vou pedir que todos vocês levantem os cartões ao mesmo tempo. Eu vou contar um, dois, três e todos levantam o cartão com a resposta. Vocês permanecem com os cartões levantados por*

alguns segundos para que eu possa ver, para que eu possa contar. E, em seguida, nos vamos debater.

Professor: *Queridos, vocês entenderam a metodologia?*

Alunos: *Sim.*

Professor: *Assim ó, o importante para que o método funcione é o seguinte: quando ele colocar a questão ali, questão com alternativas, principalmente questões de vestibulares, então vocês já vão, né, treinando para o vestibular, quando vocês pensarem na resposta, vocês vão ler a questão, obviamente, e pensar na resposta certa. Mas aí, alguns, ou muitos, têm a tendência de olhar para o lado e dizer ‘o quê tu vai marcar mesmo?’. Se tu não tem certeza, tu acaba sendo influenciado. Mas, monta um argumento, por mais idiota que ele possa parecer. Monta um argumento, mas guarda pra ti. Guarda tua resposta também. Porque daí, o segundo momento do método é justamente a oportunidade de tu perguntar pro cara ‘o quê tu marcou?’, ‘Ah, eu marquei isso’. Entende? Então senão tu já pula a etapa, tu já pega a mesma resposta e daí não adianta tu querer conversar com alguém. Então, a ideia é não copiar o cara no primeiro momento, mas podes copiar no segundo momento, desde que ele tenha te convencido.*

Francisco: *Tranquilo, pessoal?*

Ele passou, então, para o primeiro Teste Conceitual⁶³. Tal questão serviu para os alunos testarem a metodologia. O conceito envolvido na questão foi tratado em aulas anteriores (força entre corpos carregados – Lei de Coulomb). A primeira votação aconteceu após, aproximadamente, três minutos. Alguns estudantes mostraram-se preocupados, pois a questão envolvia diretamente cálculos e os mesmos estavam encontrando dificuldades para resolvê-la (aplicação numérica da Lei de Coulomb). Francisco explicou que optou por tal Teste Conceitual, pois o professor regente, por muitas vezes, utilizou questões semelhantes em aula.

Francisco: *Não se preocupem, as demais não terão cálculos, eu só coloquei essa primeira porque foi uma que o professor (diz o nome do professor regente) muitas vezes fez na aula o cálculo sobre força. Mas acho que faz muito tempo e vocês não lembram direito.*

Ao solicitar que os estudantes levantassem seus cartões, um aluno, o qual não tinha escolhido nenhuma alternativa, perguntou:

Aluno: *Tá “sor”, e quem não tem resposta não levanta nada?*

Francisco: *Levanta alguma e depois vai ter que ser convencido por outro. Eu coloquei essa questão porque eu achei que vocês fossem lembrar dela. Mas tudo bem, as demais serão mais simples.*

Ocorreu divergência nas respostas na primeira votação e os estudantes foram convidados a discutirem entre si.

⁶³ Ver Teste Conceitual **FA1_T1** no Apêndice B.

Francisco: *Temos uma boa distribuição. Bom, cada um sabe o que votou. Agora, vocês vão procurar alguém que tenha uma resposta diferente da sua e vão conversar.*

Alguns estudantes chamaram Francisco para expor suas justificativas. Passados aproximadamente três minutos, ele solicitou que os estudantes votassem novamente. Antes que os estudantes votassem, o professor regente da turma comentou:

Professor: *Queridos, o negócio é o seguinte, depois que vocês já estiverem craques no método vocês vão aprender todo o conteúdo através das questões.*

Francisco: *Isso.*

Professor: *Vai ficar a aula inteira nessa brincadeira de vota e vota e daí vocês vão discutindo as dificuldades. Toda a regência do professor Francisco vai ser assim. Depois que vocês estiverem bem com o método dá para resolver oito, nove questões, por aula; vai ser bem legal!*

Após a discussão entre os alunos, Francisco solicitou que eles votassem novamente. Ao observar a distribuição de frequências, o mesmo comentou:

Francisco: *Impressionante. A grande maioria mudou sua opção e melhorou muito o acerto de vocês. Muito bom!*

Aluno: *Qual é?* (indagando sobre qual é a resposta correta)

Francisco: *Vamos ver.*

Aluno: *Faz a conta!*

Francisco foi ao quadro, apagou alguns desenhos que tinha feito anteriormente e atendeu a solicitação do estudante. Durante a explicação da resposta correta, alguns estudantes interagiram com Francisco. Apesar de tal teste ter como objetivo apresentar aos estudantes a dinâmica proposta pelo IpC, sua resolução envolvia a aplicação matemática da expressão da lei de Coulomb, ou seja, não se tratava de uma pergunta conceitual, como proposto no IpC.

Na sequência, o segundo Teste Conceitual⁶⁴ foi apresentado para os estudantes. Todo o enunciado, bem como as alternativas possíveis, foi lido. Um minuto após a leitura, foi solicitado que os estudantes levantassem os cartões contendo as respostas escolhidas. Francisco, então, analisou as frequências das respostas e pediu que encontrassem alguém que optou por uma resposta diferente para discutir suas opiniões. Durante a discussão entre os alunos, o professor regente perguntou a uma estudante:

Professor: *'Aluna' (disse o nome da aluna), a aula está menos entediante agora?*

⁶⁴ Ver Teste Conceitual **FA1_T2** no Apêndice B.

A aluna acenou positivamente com a cabeça.

A discussão entre os estudantes durou aproximadamente cinco minutos. Francisco solicitou que eles votassem novamente. Diante das respostas, comentou:

Francisco: *Vocês são muito bons em convencer os outros. Quase 100% (de acerto).*

Professor: *Ou muito bom em ser convencidos.*

Um aluno comentou, em tom de brincadeira, que a letra “D” (resposta correta) era a nota que ele iria tirar. O professor regente comentou:

Professor: *É, o “D” é bem sugestivo.*

Francisco pediu para um estudante explicar sua resposta. O aluno disse que não sabia. Diante da resposta do estudante, ele tentou outra alternativa.

Francisco: *E quem votou na letra “D”, por quê?*

Uma aluna respondeu:

Aluna: *Porque tu falou isso.*

Outros estudantes justificaram a alternativa correta explicando porque as outras respostas estavam incorretas. Um estudante, porém, afirmou que já tinha feito um trabalho sobre isso. Francisco pediu, então, que ele explicasse a situação e que os colegas o escutassem.

Aluno: *As nuvens lá ficam tão carregadas que o ar não consegue mais isolar, ele deixa de ser isolante e passa a ser condutor.*

Francisco: *Qual o nome disso?*

Aluno: *Rigidez elétrica.*

A explicação do estudante foi utilizada como âncora para a explicação de Francisco. Os alunos pareceram compreender de maneira satisfatória a resposta correta, apesar das justificativas de muitos estudantes estarem relacionadas ao que Francisco disse anteriormente à aplicação do teste, recorrendo, dessa forma, apenas a memória. Tal fato era decorrente do próprio Teste Conceitual, que apresentava, como resposta correta, uma afirmativa que havia sido explanada por Francisco. Além disso, em tal teste em vez de constar “rigidez dielétrica” estava escrito, erroneamente, “rigidez elétrica”. Esse tipo de imprecisão de linguagem, tanto falada, quanto escrita, deve ser evitada em uma aula cuidadosamente preparada para evitar falar em conceitos errôneos ou inexistentes.

O terceiro Teste Conceitual⁶⁵ foi, então, lido para os estudantes. Após um minuto, os estudantes votaram com os cartões. Perante a distribuição das respostas, Francisco passou para a discussão das alternativas. Ao abordar cada uma, Francisco ia indagando aos estudantes o motivo pelo qual tal resposta estava certa ou errada. Uma aluna comentou sua justificativa:

Aluna: *Se o raio é maior quer dizer que a esfera é maior e quer dizer que a capacidade é maior.*

Francisco: *Quem escolheu “E”?*

Um aluno levantou a mão.

Francisco: *Fale.*

Aluno: *Eu escolhi ‘E’ porque, tipo, tu falou que a capacidade vai ser sempre a mesma. Então se tu aumenta o raio, tu vai ter que aumentar alguma coisa para que a capacidade seja igual.*

Francisco: *Alguém escolheu a letra “D”? Só por curiosidade.*

Outro aluno comentou:

Aluno: *Eu. É que eu me confundi. (com a equação)*

Francisco: *Como assim se confundiu? Tu ia marcar outra coisa ou tu não entendeu o que responder?*

Aluno: *Não. Eu não tinha entendido mesmo.*

Francisco: *Então, qual seria a resposta?*

Alunos: *“C”!*

Francisco: *Quem tem um bom argumento para me convencer que é a “C”?*

Aluna: *O raio tem um tamanho e ele vai dobrar. E aí quando ele dobrar ele vai virar duas vezes.*

Outra aluna comentou, paralelamente ao comentário da colega:

Aluna: *A capacidade tem que ser proporcional.*

Francisco explicou novamente a relação entre capacidade e o raio de um condutor esférico carregado, lembrando que quanto maior o raio do condutor, maior será sua capacidade. Após a explicação, perguntou se todos tinham compreendido; os alunos afirmaram que sim. Novamente, os argumentos dos estudantes estavam relacionados ao que foi dito por Francisco, ou em uma analogia matemática com a expressão que define a capacidade de um condutor esférico.

⁶⁵ Ver Teste Conceitual **FA1_T3** no Apêndice B.

O quarto Teste Conceitual⁶⁶ foi, então, apresentado aos estudantes. Seu enunciado, bem como as alternativas, foi lido. Alguns alunos fizeram perguntas durante a leitura a Francisco; uma estudante perguntou:

Aluna: *Não vai alterar a forma, né?*

Francisco: *Isso, não alterar a forma significa não alterar os fatores geométricos.*

Outra estudante perguntou a respeito da diferença de potencial entre as placas. Francisco lembrou que havia comentado durante a explanação uma situação bem similar à apresentada no Teste Conceitual. Após a primeira votação dos estudantes, eles foram convidados a discutir com os colegas suas respectivas alternativas:

Francisco: *Tá bem disperso. Agora vocês vão ter que procurar alguém aí e tentar convencer o porquê da resposta.*

A discussão entre os pares foi interrompida por um professor que entrou na sala para passar um recado aos estudantes. Quando tal professor deixou a sala de aula, a segunda rodada da votação foi executada. Diante das respostas dos estudantes, Francisco perguntou a um aluno qual sua justificativa:

Francisco: *Colega lá do canto, porque tu escolheu a 'B'?*

Aluno: *Porque, de acordo com as minhas pesquisas psicológicas, tu olha pra gente quando a gente tá certo.*

Um momento de descontração se instaurou na ocasião.

Francisco: *Alguém tem um contra-argumento?*

Uma aluna, sentada próxima ao aluno que fez o comentário anterior, respondeu:

Aluna: *Eu acho que é a "B" porque tu dobrou a carga que é a parte que está em cima, então tu tem que multiplicar igualmente por dois o que está embaixo, que é a diferença de potencial.*

Francisco: *Porque isso?*

A mesma aluna respondeu:

Aluna: *Segundo a informação que tu passou pra gente.*

Outra aluna afirmou:

Aluna: *É, foi o que tu falou. Quando dobra em cima, tem que dobrar embaixo (referindo-se a expressão matemática).*

⁶⁶ Ver Teste Conceitual **FA1_T4** no Apêndice B.

A aluna anterior complementou o comentário da colega:

Aluna: *Para manter a capacidade sem se alterar. Já que os fatores geométricos não foram alterados.*

Francisco: *Alguém escolheu alguma diferente?*

Outra aluna apresentou seus argumentos para sua opção de resposta. Ainda sem dizer se a aluna estava correta, ele foi ao quadro e explicou o Teste Conceitual. Francisco escreveu a expressão da capacidade no quadro ($C=Q/V$), acrescentou o número dois na frente da carga ‘Q’ e indagou os estudantes o que era necessário para não alterar a capacidade ‘C’. Os estudantes argumentaram que era necessário multiplicar por dois a tensão ‘V’. É importante destacar que a argumentação envolveu pouca, ou quase nenhuma, discussão conceitual da situação apresentada. Os alunos, ao explicitarem seus argumentos, estavam pensando, exclusivamente, na expressão que define o conceito de capacidade elétrica (capacitância).

O grupo de alunos sentados ao fundo, diante da resposta correta, começou a falar seus “placares de acertos e erros” nas questões, como se fosse uma espécie de competição de quem possuía a maior frequência de acertos. Ao final da aula, Francisco reforçou o recado que os alunos deveriam trazer o livro texto de Física para a próxima aula, visto que realizariam exercícios do livro.

Quadro 12– Síntese interpretativa: Caso Francisco – Episódio de Ensino 01

Francisco pareceu, por diversas vezes, nervoso e pouco preparado. Em alguns momentos foi possível perceber que ele estava lendo os *slides* produzidos para a aula, o que demonstrou falta de segurança e sintonia com o material preparado. O esquecimento dos *kits* de cartões para as votações do IpC demonstrou a falta de preparo para o início do período de regência. Outro aspecto que corrobora tal visão foi o fato de que o professor regente da turma, por vários momentos, interrompeu a fala de Francisco, reforçando certos aspectos sobre o IpC, por exemplo.

Apesar dos aspectos negativos indicados a partir de tais comportamentos, o andamento da aula (tempo dedicado para as atividades propostas) foi satisfatório. Além disso, Francisco demonstrou boa cordialidade com os estudantes e procurou expor o conteúdo de maneira dialogada.

Algumas explicações para as alternativas corretas dos Testes Conceituais foram deficientes no aspecto conceitual, ou seja, as justificativas utilizadas por Francisco tinham relações diretas com as expressões matemáticas apresentadas durante a explanação. Tal situação também se repetia nas justificativas dos estudantes para as alternativas escolhidas.

As questões selecionadas para o IpC, as quais abordavam conceitos tratados durante a explanação, obtiveram bom desempenho por parte dos alunos. Dois, dos três Testes Conceituais obtiveram convergência para a resposta correta após a discussão entre os colegas. A estrutura proposta pelo IpC para os Testes Conceituais foi utilizada corretamente.

Uma manifestação de Francisco, após a segunda votação do Teste Conceitual selecionado para os alunos, evidenciou certo grau de surpresa em relação à mudança das respostas dos estudantes (**Francisco:** *Impressionante. A grande maioria mudou sua opção e melhorou muito o acerto de vocês. Muito bom*). Aparentemente, tal expressão captou certa desconfiança de Francisco em relação à

eficiência do método.

Os alunos demonstraram-se engajados nas discussões, assim como nas votações. A receptividade ao método e a Francisco foi positiva. Não houve, também, rejeição à presença do pesquisador, bem como à filmagem das aulas.

Segunda aula

Quadro 13 - Conteúdos e objetivos de ensino: Segunda aula Francisco

Conteúdo:
<ul style="list-style-type: none">• Capacitores, dielétricos e associação de capacitores
Objetivos de ensino:
<ul style="list-style-type: none">• Oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa entender:<ul style="list-style-type: none">– O funcionamento dos capacitores e suas aplicações no dia a dia;– A utilidade dos dielétricos;– Porque a associação de capacitores pode ser útil nas nossas vidas.

Momentos antes do início da segunda aula, no dia 22/05/2012, Francisco organizou o material que utilizaria (*notebook*, projetor e *kit* de cartões). A aula contou com a presença do orientador do estágio docente. Assim como na aula anterior, Francisco mostrou-se nervoso; a todo instante colocava as mãos nos bolsos como se a situação (estar em frente aos estudantes) o deixasse desconfortável.

Os alunos começaram a chegar e reorganizaram a disposição das mesas, aparentemente, de acordo com o grau de afinidade entre eles, conforme já afirmado. Alguns pequenos grupos formaram-se e o nível sonoro das conversas tornou-se consideravelmente alto. Francisco começou a fazer a chamada em meio à confusão e à bagunça produzida pelos estudantes. A lista de exercícios que os estudantes deveriam realizar e entregar na data da prova foi entregue. Na sequência, a explanação do conteúdo a ser tratado foi iniciada.

A explanação começou com uma revisão dos conceitos abordados na aula anterior. As aplicações/funções dos capacitores em placas de computadores foram comentadas. Os alunos, nesse momento, fizeram silêncio absoluto e estavam copiando os *slides* produzidos para a aula. O professor regente da turma comentou que não havia necessidade de copiar os *slides* visto que as apresentações seriam disponibilizadas por meio eletrônico aos estudantes.

Francisco, então, apresentou a expressão da capacidade elétrica de um capacitor de placas paralelas. Ele optou pelo uso de uma simulação computacional⁶⁷ para mostrar as relações entre as características geométricas do capacitor e sua capacidade elétrica. Ele variou as grandezas geométricas ‘área das placas’ e ‘distância entre as placas’ e dialogou com os

⁶⁷ Disponível em: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/capacitor-lab>

estudantes as consequências de tais mudanças no capacitor de placas paralelas. Alguns alunos interagiram com Francisco nesse momento. Um estudante, o qual ainda não tinha compreendido a expressão numérica da capacidade de um capacitor de placas paralelas, perguntou o que a grandeza ' ϵ_0 ' representava. Francisco, atenciosamente, respondeu ao estudante que representava a permissividade. Uma aluna, a qual aparentemente não tinha compreendido o conceito de permissividade, indagou:

Aluna: *O que seria a permissividade?*

Francisco: *Permissividade seria o quanto ele... (hesita em continuar a fala). Quanto maior a permissividade, embora o nome pareça meio contraditório, quanto maior a permissividade menor é o campo elétrico ali dentro. Certo?*

Aluna: *Mas o quê é? Eu sei que quanto maior, menor. Mas o que é exatamente a permissividade, qual o conceito da palavra?*

Francisco: *Exatamente isso, é o quanto ele permite que se crie campo (elétrico) ali dentro. Então, nós vamos ver depois que têm outros materiais, que são os dielétricos, que nós vamos falar agora, que eles têm a propriedade de permitir que se criem campos maiores ali dentro. E por isso que eles são importantes, porque tu pode inserir um dielétrico entre duas placas paralelas, por exemplo, e aumentar o campo entre elas e portanto tu altera a capacidade.*

O conceito de rigidez dielétrica foi, então, apresentado para os estudantes. Assim como na apresentação do conceito anterior, um estudante interrompeu a explicação de Francisco com um questionamento:

Aluna: *É como se eu pegasse uma borracha. Tá, a borracha é isolante. E eu colocasse muita, muita energia, ela iria virar um condutor de energia?*

Francisco: *É. A ideia é essa. Com a borracha é meio difícil de fazer, mas a ideia é essa. O campo elétrico, por ser muito forte, acaba fazendo com que se rompa esse isolante dele.*

Um aluno indagou Francisco:

Aluno: *Tá “sor”, quando tu falou ali em dielétrico e isolante é a mesma coisa?*

Francisco: *Hã, não(demonstrando que não havia confiança na fala). O dielétrico, a função dele é aumentar o campo ali dentro. O isolante ele serve exatamente para que não haja campo ali dentro. São situações diferentes.*

Antes de Francisco apresentar a simulação computacional novamente, o professor regente interferiu na explanação:

Professor: *Só dando uma contribuição. Pessoal, tanto a permissividade quanto a rigidez dielétrica, são dois conceitos que estão ligados ao campo elétrico. A permissividade é uma medida de quão permissivo o meio é à propagação de campo elétrico, certo? Ele é mais ou menos permissivo. Os meios podem ser mais, ou menos, permissíveis à propagação do campo elétrico e magnético. O magnético, vocês não viram ainda. A rigidez dielétrica é o máximo campo elétrico que o meio suporta. Se a gente ultrapassar aquele valor ele passa de isolante*

para condutor. Se eu submeter a borracha a um campo elétrico muito intenso, ela passa de isolante para um estado de condutor. Alguns materiais, antes que isso aconteça, podem se romper, se fundir, esquentar, derreter, e assim por diante.

Uma possível causa para a intervenção do professor regente foi a aparente falta de segurança demonstrada por Francisco em relação ao conhecimento do assunto que estava sendo tratado. Além disso, Francisco cometeu um erro ao responder o questionamento do estudante; dielétricos e isolantes são sinônimos, porém, segundo Francisco, eram “situações diferentes”. Quanto à explicação do professor, claramente os alunos ainda não haviam compreendido o que a palavra “permissivo” significava e, apesar da intenção de esclarecer as dúvidas, repetir a palavra “permissivo” sem utilizá-la em outro contexto não favoreceu a aprendizagem.

Passada a explicação do professor, Francisco retomou a apresentação da simulação computacional. O objetivo era mostrar a inserção de um dielétrico entre as placas de um capacitor de placas paralelas e sua imediata interferência na capacidade do capacitor. Os estudantes demonstraram certa dificuldade em compreender o objetivo da simulação. Entretanto, mostraram-se muito curiosos; por exemplo, perguntando sobre exemplares de materiais dielétricos. Mais uma vez, Francisco não soube responder os questionamentos dos alunos e recorreu ao livro didático para buscar tais informações.

Francisco, ao apresentar a simulação aos estudantes, afirmou que ao inserir um material dielétrico entre as placas de um capacitor, o campo elétrico total entre as placas aumenta. Na verdade, o campo elétrico, bem como o potencial elétrico, entre as placas diminui. As moléculas que compõem o dielétrico são induzidas: ao lado da placa positiva do capacitor, temos carga induzida negativa e ao lado da placa negativa, temos carga induzida positiva. Devido à presença das cargas induzidas, o campo elétrico entre as placas de um capacitor com dielétrico E é menor que se estivesse vazio E_0 , visto que o material dielétrico apresenta um campo elétrico contrário ao produzido pelas placas carregadas do capacitor.

O último tópico abordado na explanação foi a associação de capacitores. A estratégia empregada por Francisco foi utilizar a simulação computacional para mostrar as cargas distribuídas nos capacitores nas diferentes formas de associação (série, paralelo e mista). Os estudantes pareceram acompanhar a explicação. Francisco sugeriu que os estudantes, ao resolverem a lista de exercícios em casa, explorassem a simulação para facilitar a compreensão do fenômeno envolvido.

Após a explanação, a qual durou aproximadamente 20 minutos, Francisco distribuiu os *kits* de cartões. Ele solicitou que os estudantes conferissem os conjuntos de cartões, pois ele não havia conferido. O número de estudantes presentes na aula anterior havia sido inferior ao da presente naquela aula e, por consequência, uma estudante ficou sem cartões. Tal situação gerou certo desconforto a Francisco.

A leitura do primeiro Teste Conceitual⁶⁸ foi realizada; o enunciado, bem como as alternativas, foi apresentado aos estudantes. Após um minuto, aproximadamente, a votação foi feita. Diante da distribuição de respostas, Francisco comentou:

Francisco: *Muito bom. Vamos ver. Tu (aponta para o aluno) escolheu a “D” por quê?*

Aluno: *Eu escolhi a “D” porque faz mais sentido. O dielétrico aumenta a intensidade do campo elétrico. Tu falou que as cargas iam se polarizar e é a que mais se encaixa.*

Francisco: *Alguém tem outro argumento? Vamos lá pessoal.*

Outro aluno comentou:

Aluno: *Eu fui por eliminação. Cargas extras não são armazenadas no dielétrico.*

Francisco: *Então, vamos com calma, porque não pode ser a letra “A”?*

Aluno: *Porque não tem carga elétrica.*

Francisco: *Porque não tem carga elétrica. Exatamente. Não surgem cargas ali.*

Aluno: *A “B” também não porque as cargas vão passar com mais facilidade.*

Francisco: *E a letra “C”?*

Aluno: *Não é ‘reduz’.*

Alguns alunos comentaram juntos:

Alunos: *É. Aumenta.*

Aluno: *E a “D” aumenta.*

Francisco: *Isso. Muito bom.*

Aluna: *É a “D”, “sor”?*

Francisco: *É a letra “D”. Vocês todos conseguiram ouvir a explicação dele?*

Alguns alunos conversam paralelamente.

Francisco: *Pessoal, atenção! Todo mundo conseguiu ouvir enquanto ele falava. Todo mundo concorda?*

Alunos: *Sim!*

⁶⁸ Ver Teste Conceitual **FA2_T1** no Apêndice B.

Aparentemente, devido à imprecisão na explanação de Francisco, os alunos acabaram optando pela alternativa “D”, que não estava correta. Na verdade, a alternativa correta era a “C”, a qual afirmava que *a polarização do dielétrico reduz a intensidade do campo elétrico no interior do capacitor*. Na sequência, Francisco apresentou o segundo Teste Conceitual⁶⁹. Ao ler as alternativas da questão proposta, ele afirmou que havia um erro de digitação. Alguns alunos comentaram que essa questão teria recurso, caso fosse utilizada no vestibular. Contudo, não havia erro algum em tal teste; o único problema era sua redação confusa que dificultava a interpretação da questão. Francisco utilizou, dessa forma, uma manobra diversionista para contornar o fato de que, ou ele não sabia a resposta, ou ele deu-se conta na hora que não havia escolhido adequadamente a questão.

Ele, então, passou para o terceiro Teste Conceitual⁷⁰ selecionado para a aula. A leitura do enunciado, bem como das alternativas, foi feita para os estudantes; alguns reclamaram do pouco tempo para pensar. Após a análise da frequência das respostas, Francisco comentou:

Francisco: *Temos bastante divergência. Agora vocês têm uns minutinhos para conversar com alguém que marcou diferente de vocês.*

Durante a discussão entre os estudantes, Francisco passou entre as mesas para acompanhar os argumentos. Após quatro minutos de discussão, foi solicitado que os estudantes votassem novamente. Francisco não expressou nenhuma reação quanto à convergência para a resposta correta e passou diretamente para a análise das alternativas.

Francisco: *O colega (aponta para o aluno) escolheu a “B” por quê?*

O aluno não havia optado pela alternativa “B” e comentou:

Aluno: *Eu marquei a “C” “sor”. É que eu fiquei entre a “A” e a “C”.*

A discussão entre os alunos persistiu; alguns tentavam defender seus argumentos. Tal episódio prosseguiu até Francisco mostrar, através da simulação computacional, a situação que estava sendo proposta no Teste Conceitual. As alternativas foram explicadas, uma a uma, aos estudantes, que pareceram estar convencidos da resposta correta. Ao final da explicação, Francisco comentou:

Francisco: *Vocês viram como a simulação é importante?*

Alunos: *Sim!*

⁶⁹ Ver Teste Conceitual **FA2_T2** no Apêndice B.

⁷⁰ Ver Teste Conceitual **FA2_T3** no Apêndice B.

Francisco: *Nós conseguimos tirar todas essas conclusões a partir da simulação.*

A segunda etapa da aula foi dedicada para a resolução dos exercícios do livro. Os alunos se reuniram em grupos e Francisco passou entre as mesas para ajudá-los.

Quadro 14– Síntese interpretativa: Caso Francisco – Episódio de Ensino 02

Assim como na aula anterior, Francisco pareceu, por diversas vezes, nervoso e pouco preparado. Em alguns momentos foi possível perceber que ele estava lendo os *slides* produzidos para a aula, o que demonstrou falta de segurança e de sintonia com o material preparado. Novamente, houve pouca atenção aos *kits* de votações para o IpC; Francisco não realizou a conferência dos cartões e uma estudante foi prejudicada, pois ficou sem as cartelas.

Quanto ao aspecto de domínio do conteúdo, Francisco apresentou muitas dificuldades. Em algumas situações o professor regente da turma interrompeu a fala de Francisco, reforçando certos aspectos sobre o conteúdo apresentado e sobre as perguntas dos estudantes. Apesar dos aspectos negativos demonstrados a partir de tais comportamentos, assim como na aula anterior, o andamento da aula (tempo dedicado para as atividades propostas) foi regular. Além disso, Francisco demonstrou boa afetividade com os estudantes e procurou expor o conteúdo de maneira dialogada.

Em relação aos Testes Conceituais, ocorreram algumas situações que requerem reflexões. O primeiro teste apresentado abordava um tópico discutido durante a explanação. Os alunos votaram, massivamente, na resposta supostamente correta. Entretanto, Francisco, ao final da aula, em conversa com o professor regente, percebeu que tal alternativa não estava correta de acordo com o conceito físico envolvido. Tal fato demonstrou pouco domínio de conteúdo. O segundo Teste Conceitual apresentava, segundo Francisco, um erro de digitação, o qual impediu que o mesmo fosse utilizado. Entretanto, não havia erro; sua redação era confusa e dificultava a interpretação. Esse fato demonstra falta de preparação e dedicação na escolha dos Testes Conceituais.

O último teste conceitual abordava uma situação que não havia sido apresentada aos estudantes durante a explanação. Dessa forma, houve divergência das respostas tanto na primeira, quanto na segunda rodada de votação. Os alunos demoraram a associar os conceitos apresentados com a nova situação. Além disso, Francisco não demonstrou segurança na apresentação das respostas corretas. Porém, cabe ressaltar que ele demonstrou esforço ao utilizar a simulação computacional para explicar tal questão aos estudantes.

Na última etapa da aula, os estudantes sentaram em grupos para realizar problemas do livro texto. Francisco, aparentemente, não havia realizado previamente tais exercícios. Os alunos apresentaram diversas dúvidas e o professor regente, assim como o pesquisador, tiveram que auxiliá-lo no apoio aos estudantes.

Terceira aula

Quadro 15 – Conteúdos e objetivos de ensino: Terceira aula Francisco

Conteúdo:
<ul style="list-style-type: none">• Corrente elétrica, resistência elétrica, diferença de potencial e lei de Ohm.
Objetivos de ensino:
<ul style="list-style-type: none">• Oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa entender:<ul style="list-style-type: none">– Relacione o conceito de corrente elétrica com a diferença de potencial;– Entenda a natureza, origem e as características da corrente elétrica;– Entenda a relação da corrente com a resistência elétrica do circuito.

Momentos antes do início da terceira aula, no dia 29/05/2012, Francisco organizou o material que utilizaria para a aula (*notebook*, projetor e *kit* de cartões). O orientador do estágio

supervisionado estava presente. A postura de Francisco era séria, mostrava-se apreensivo quanto à avaliação do orientador do estágio. Algumas estudantes, ao entrar na sala de aula, cumprimentam carinhosamente o professor, ele pareceu não dar abertura para esse tipo de costume.

A aula iniciou-se com a realização da chamada. Alguns estudantes não estavam presentes devido a atividades extracurriculares. Os trabalhos dos grupos realizados na aula anterior foram recolhidos por Francisco e, então, ele comentou que a aula versaria sobre corrente elétrica, conteúdo presente no capítulo cinco do livro texto.

A estratégia adotada, com o intuito de motivar os estudantes, foi apresentar um texto sobre a necessidade da corrente elétrica e o que aconteceria se a energia elétrica acabasse em uma grande metrópole por um intervalo de 90 dias. Durante a apresentação, Francisco recorreu à leitura de trechos do texto, demonstrando que não possuía confiança sobre o que estava explanando. Passada a apresentação do texto, Francisco deu início a explicação do conceito de corrente elétrica e comentou:

Francisco: *Só para nós termos uma ideia de como nós dependemos da corrente elétrica e o quanto isso é importante, então, vamos ver o que nos interessa de fato: que é a corrente elétrica. O que é a corrente elétrica? Alguém chegou a ler o livro?*

Francisco começou, então, sua explicação a respeito da corrente elétrica. Em um dos slides⁷¹ da apresentação criada para a aula, havia duas figuras, as quais representavam condutores com seus portadores de carga. A primeira figura apresentava apenas os elétrons em um condutor em um movimento desordenado. A segunda figura apresentava os núcleos dos átomos do condutor e os respectivos elétrons livres em um movimento ordenado. Tal diferença de representação dos elementos fez com que alguns estudantes ficassem confusos.

Passada a explicação da diferença na representação das figuras, Francisco apresentou aos estudantes os fatores que influenciam a existência da corrente elétrica. A primeira ênfase foi dada aos geradores:

Francisco: *O que provoca esse movimento ordenado é a diferença de potencial (...) E o que pode dar essa diferença de potencial? O que pode causar essa diferença de potencial? Vocês conhecem as pilhas, as baterias (aponta para as imagens) e as fontes. Eu não sei se vocês tiveram a oportunidade de mexer com uma fonte no laboratório, mas isso (aponta para a imagem da fonte) é uma fonte que é normalmente utilizada em laboratório. Isso são fontes de diferença de potencial, ou como a gente chama mais normalmente, são fontes de tensão, o que é a mesma coisa. Esses são os principais elementos que geram, ou que fazem com que*

⁷¹ Ver slide 9 no Apêndice D.

surja essa diferença de potencial no circuito, para que possa haver esse movimento ordenado. (...) As fontes criam essa diferença de potencial, mas não fornecem carga ao circuito. É uma ideia muito comum que as pessoas têm que uma fonte cria carga no circuito, por isso que passa a ter corrente. Não. A fonte simplesmente cria uma diferença de potencial entre dois pontos do circuito e faz com que o movimento dos elétrons livres que já estavam no condutor passe a ser ordenado.

Para demonstrar a influência dos fatores apresentados anteriormente aos estudantes, Francisco criou um aparato composto por um par de fios, conectados a uma lâmpada e a uma flecha. Um dos fios estava interrompido e servia como uma espécie de interruptor. Com o aparato em mãos, todos os fatores foram retomados com os estudantes e, nesse momento, a interação entre ambas as partes foi intensa.

Na sequência, a definição matemática de corrente elétrica foi apresentada aos estudantes. Muitos estudantes estavam copiando o *slide* apresentado. Francisco enfatizou que a definição podia ser encontrada, exatamente como estava escrita, no livro texto e que, portanto, não havia a necessidade de os estudantes copiarem. Ao finalizar a explicação, Francisco comentou:

Francisco: *Ficou claro o que é isto aqui? O que tá dizendo esta frase? Alguém poderia traduzir ela? Poderia falar em uma linguagem comum o que ela quer dizer?*

Francisco não obteve reação dos estudantes quanto à indagação feita. Ele, então, apresentou o próximo *slide*⁷², o qual continha uma secção transversal de um condutor representando a travessia de cargas em movimento. Ele retomou a explicação do conceito de corrente elétrica e comentou:

Francisco: *Ficou mais claro com a figura o que quer dizer?*

Uma aluna respondeu que sim

Francisco: *Então, se eu perguntar na prova, todos vão saber dizer direitinho, explicar e citar um exemplo?*

A mesma aluna respondeu que sim.

Francisco: *Eu só ouvi um sim.* (o restante da turma permaneceu em silêncio)

O tópico seguinte abordava a convenção do sentido da corrente elétrica em um circuito. O sentido real e o sentido convencional foram apresentados aos estudantes, bem como suas justificativas e necessidades de uso. Cabe ressaltar que não foi apresentada aos

⁷² Ver *slide* 10 no Apêndice D.

estudantes a representação de um circuito elétrico e os respectivos sentidos reais e convencionais da corrente elétrica; tampouco, foi apresentada a relação entre os polos (positivo e negativo) da bateria e o campo elétrico que surge dentro do condutor.

O último tópico da aula versava sobre a Lei de Ohm. Francisco optou por apresentar o conceito de resistência elétrica através de uma relação de proporção. Os estudantes tiveram muita dificuldade para acompanhar o raciocínio. Muitos estavam dispersos nesse momento. Ao final da explanação, Francisco indagou os estudantes:

Francisco: *Tudo claro até aqui, pessoal? Tudo tranquilo? Sem dificuldades? Todo mundo entendeu tudo?*

Os alunos não responderam. Os cartões foram, então, distribuídos aos estudantes. Quando Francisco finalizou a entrega dos cartões, solicitou que os estudantes conferissem se haviam recebido todas as cinco letras e a etapa dos Testes Conceituais teve início. O primeiro Teste Conceitual⁷³ foi apresentado aos estudantes; o enunciado, bem com as alternativas, foi lido para os estudantes. Passados alguns minutos, Francisco solicitou que os estudantes levantassem seus cartões contendo as respostas escolhidas. Diante das respostas dos estudantes, passou diretamente para a discussão das respostas.

Francisco: *Muito bom. O colega lá marcou “C”, por quê?*

Aluno: *Eu fiquei entre a “B” e a “C” e aí eu chutei na “C”.*

Francisco: *Alguém que marcou a “B” quer falar alguma coisa?*

Aluna: *É sempre elétrons no fio metálico.*

Outro aluno comentou:

Aluno: *Por isso que é “B” ou “C”.*

Nesse momento os alunos começaram a discutir entre si sobre a justificativa da alternativa B ser a correta. Francisco pediu que cada um falasse separadamente.

Francisco: *Um de cada vez. ‘Aluna’ (disse o nome da aluna para dar a palavra a ela).*

Aluna: *É que, ali ó, é no sentido oposto, não é no mesmo sentido que a real.*

Francisco: *Isso. São os elétrons que se movimentam. Então, não é nem a letra “A” e nem a letra “D”. Como eu disse, nos metais os prótons estão ali, parados, no átomo e os elétrons se movimentam. Nós falamos isso e eu repeti algumas vezes que os elétrons se movimentam no sentido oposto ao sentido convencional. Eles se movem de acordo com o sentido real, certo?*

Aluna: *Então a “B” é a certa.*

⁷³ Ver Teste Conceitual FA3_T1 no Apêndice B.

Na sequência, o segundo Teste Conceitual⁷⁴ foi apresentado aos estudantes. A leitura do enunciado e das alternativas foi realizada e alguns minutos foram dados para os estudantes pensarem na resposta correta e formularem um argumento. Diante da demora dos alunos votarem e das conversas paralelas que estavam acontecendo, Francisco comentou:

Francisco: *Pessoal, não tem problema se vocês errarem agora. Eu quero que vocês expressem o conhecimento de vocês. Se preocupem em dar a resposta de vocês e o argumento de vocês. Pessoal, não conversem, deixa pra conversar depois.*

Aluna: *“Sor”, deixa a gente pensar.*

Passados alguns minutos, a primeira votação ocorreu e, após a análise das respostas, Francisco comentou:

Francisco: *Ninguém escolheu a “D”, por quê?*

Aluno: *É campo elétrico, não magnetismo.*

Aluna: *Tu nem falou isso: eletromagnetismo!*

Francisco: *Mas o eletromagnetismo é uma composição entre a eletricidade com o magnetismo. A eletricidade nós já vimos. Nós já vimos a parte da eletricidade com grandezas escalares. E a letra “C”, porque ninguém escolheu?*

Aluna: *Porque ela não se origina do campo elétrico.*

Aluno: *Não tem campo elétrico ali dentro.*

Francisco: *Vocês têm certeza disso?*

Alguns alunos responderam:

Alunos: *Não!*

Um aluno argumentou:

Aluno: *A corrente elétrica não se origina do vetor campo elétrico. Ela se origina de uma diferença de potencial.*

Francisco: *Sim, ela se origina de uma diferença de potencial, mas a diferença de potencial está ligada a um campo elétrico. Mas não ao vetor campo elétrico. Isso ficou claro para vocês? Vocês não escolheram a “C”, mas não escolheram por outro motivo.*

Uma aluna afirmou que a alternativa correta era a “A”.

Francisco: *Quem respondeu a “A”? Levantem o cartão de novo quem respondeu a “A”.*

Alguns estudantes levantaram os cartões.

Francisco: *Alguém aí se habilita a dizer por que escolheu a “A”?*

⁷⁴ Ver Teste Conceitual FA3_T2 no Apêndice B.

Aluna: *Naquela imagem que tu mostrou da corrente elétrica tinha vetores.*

Francisco: *Tinha vetores naquela imagem?*

Aluna: *Tinha; tava mostrando para onde se movimentava cada carga.*

Aluno: *Tu falou que eles se anulavam.*

Francisco: *Tá, mas em momento algum eu falei em vetor.*

Aluna: *E outra coisa, pra mim sempre que quando fala em vetor tem aquela flechinha pra cima, em cima da letra. Em nenhum momento tu deu uma fórmula com isso. Daí eu cortei todas que tinha vetorial.*

Francisco: *É um bom raciocínio. Embora, em algumas provas se possa utilizar apenas o negrito para indicar o vetor. Mas em momento algum eu mostrei vetor.*

A aluna que respondeu anteriormente comentou:

Aluna: *Sério? Nunca faz isso, “sor”! (representar a grandeza vetorial em negrito)*

Francisco riu nesse momento.

Aluna: *O vetor é uma flechinha, não é negrito.*

Francisco: *Pessoal, vocês lembram quando eu falei de corrente elétrica?*

Os alunos estavam dispersos e conversando nesse momento.

Francisco: *Pessoal, atenção aqui (acena com o braço).*

Ele perguntou a uma estudante seu respectivo motivo por ter optado pela alternativa “B”:

Francisco: *‘Aluna’ (diz o nome da aluna), porque tu escolheu a “B”?*

Aluna: *Porque na fórmula é ‘i’ igual a ‘delta Q’ divididos por ‘delta t’. E daí é a razão entre grandezas escalares. A carga elétrica é o ‘Q’ e o tempo é o ‘t’.*

Francisco: *Exatamente. São duas grandezas escalares e o resultado é uma grandeza escalar. Certo pessoal?*

Alguns estudantes não estavam convencidos; outros não lembravam a diferença entre grandezas escalares e grandezas vetoriais. Diante das indagações, Francisco retomou a explicação do que são grandezas escalares e vetoriais. Uma estudante perguntou sobre a diferença entre massa e peso. Algumas reflexões são necessárias em relação a este teste: os alunos, novamente, utilizaram como argumento o que foi dito, ou não, por Francisco durante a explanação do conteúdo. Além disso, alguns afirmaram que a corrente elétrica era uma grandeza vetorial devido à imagem apresentada por Francisco⁷⁵, que apresentava setas

⁷⁵ Ver slide 10 no Apêndice D.

indicando o sentido de movimento dos portadores de carga. Outro aspecto percebido através das justificativas é a associação com as expressões matemáticas apresentadas. Por exemplo, uma aluna argumentou que, como a expressão matemática que Francisco apresentou era a razão entre carga e tempo, e ambas são grandezas escalares, portanto, a corrente elétrica era uma grandeza escalar.

Após a explicação anterior, Francisco passou para o terceiro Teste Conceitual⁷⁶; a leitura do enunciado, bem como das alternativas, foi realizada. Passado um minuto, foi solicitado que os estudantes levantassem os cartões contendo a alternativa escolhida. Após a análise de distribuição das respostas, Francisco perguntou:

Francisco: *Vamos lá. Vamos ouvir o colega* (aponta para o aluno).

Aluno: *Eu marquei a “C”, porque na “B” se fosse o polo positivo na esquerda eles se atrairiam. E a “A” tá ridícula.*

Francisco: *Por que a “A” tá ridícula?*

Aluna: *Porque ninguém nunca falou em força gravitacional. Isso é patético.*

Francisco, com o intuito de explicitar os motivos pelos quais a alternativa A estava errada, pegou o aparato que ele criou e colocou o fio na vertical. Perguntou aos estudantes se havia corrente no fio:

Francisco: *Então a letra A é?*

Aluna: *Ridícula.*

Francisco: *Não é plausível. A força gravitacional, para os elétrons é milhares de vezes menor que a força elétrica. Então ela não tem contribuição nenhuma na formação da corrente. Por isso que a letra “A” está descartada. Quem respondeu a “B”, quer se manifestar? Um só. Quem escolheu a “B” e que gostaria de dar uma explicação completa. Alguém? Alguém? Vamos lá, muita gente votou na “B”, porque agora?*

Aluna: *Eu não tenho uma explicação completa.*

Francisco: *Então, porque tu escolheu a “B”?*

Aluna: *Ali fala em diferença de potencial e até agora a gente tava vendo diferença de potencial. Se o que a gente tava vendo tá escrito então tá certo.*

Um aluno, surpreso pela resposta da colega, comentou:

Aluno: *Nossa!*

Francisco: *Mas eu falei também de campo elétrico. Falei de campo elétrico mais de uma vez. Alguém mais que votou na “B” gostaria de dar sua explicação?*

⁷⁶ Ver Teste Conceitual FA3_T3 no Apêndice B.

Francisco ouviu a explicação da aluna que estava sentada próxima a ele, a qual utilizou os mesmos argumentos da colega. Outra estudante solicitou a Francisco que perguntasse a alguém que optou pela letra “C”.

Francisco: *Quem marcou a “C”?*

O aluno que respondeu inicialmente sua justificativa argumentou:

Aluno: *Eu já falei. Eu falei que não podia ser porque o se o polo positivo ficar ali (aponta para a o lado esquerdo do fio) as cargas iam ser atraídas (em sentido contrário ao indicado na figura).*

Francisco: *O polo positivo ficaria aqui? (aponta para a figura)*

Alunos: *Sim.*

Francisco: *Vocês lembram o que eu falei sobre o polo positivo? Quando eu falei sobre o sentido convencional?*

Alunos: *Sim.*

Francisco: *O que acontecia no sentido convencional?*

Aluno: *A carga vai contrária ao campo.*

Francisco: *Os prótons se movem do polo positivo para o negativo.*

Aluna: *Na direção do campo.*

Aluno: *Se é negativo é o sentido convencional?*

Francisco: *Não. Aqui é o sentido real. Só que se no sentido convencional é assim, os prótons vão do positivo para o negativo. Como é que era o sentido real? É o contrário do convencional. Se os prótons estão indo para lá (aponta para a direita, no sentido do fluxo dos elétrons) os elétrons iriam para cá (aponta no sentido contrário ao anterior). Ficou claro? O que eu falei sobre o campo? Eu falei bem claro sobre o campo. Quando tu tem um campo elétrico, e o professor (diz o nome do professor regente) falou algumas vezes quando estava falando de campo elétrico, como é que os elétrons se movem em relação ao campo elétrico?*

Aluna: *Contra o campo elétrico.*

Francisco: *Então se o campo é para a esquerda? Para onde estão se movendo os elétrons?*

Alunos: *Para direita.*

Francisco: *Eu acho que é o que tá na imagem, não é? Sim, ou não?*

Aluna: *Sim.*

Francisco: *Qual é a resposta, pessoal?*

Os alunos continuaram em silêncio.

Francisco: *Qual é a resposta? Vocês estão com medo do que, pessoal? Se vocês errarem ninguém vai bater em vocês.*

Aluno: *É que ninguém entendeu.*

Aluna: *Ai “sor”, é que eu não entendi. Eu não entendi direito.*

Francisco retomou a explicação das alternativas:

Francisco: *A letra “A” a gente descartou, certo?*

Alunos: *Sim.*

Francisco: *Letra “B”: se tivesse o polo positivo aqui (aponta para a figura). O polo negativo estaria aqui. No sentido convencional, a gente falou bem claro, que os prótons se moveriam do polo positivo para o negativo (aponta para a esquerda – positivo – e para a direita – negativo). E a gente falou também que no sentido real o que acontece é justamente o contrário. Então, de onde é que saíam os elétrons? (aponta para o lado direito – polo negativo). Daqui para cá (do polo negativo para o positivo).*

Aluno: *Tá e aí é (sentido) real ou convencional?*

Aluna: *Então sobrou a “C”.*

Francisco: *Ficou claro isso? O porquê não é a “B”?*

Aluno: *Porque é ao contrário.*

Francisco: *Exato! Se o polo positivo tá aqui (aponta para a esquerda do condutor) e o polo negativo tá aqui (aponta para a direita do condutor). Os elétrons estão vindo do negativo para o positivo. Certo, pessoal?*

Aluno: *Todo mundo ficou rindo quando a gente votou na “C” (conversa com outro estudante que compartilhava a mesma alternativa).*

O outro aluno provocou os colegas:

Aluno: *Quem é que riu da “C” aí, né?!?*

Aluna: *Mas aí não diz se é real ou convencional.*

Aluno: *É; como eu vou saber?*

Francisco: *O que tá representando aqui? (aponta para os elétrons do condutor) Quem é que está se movimentando aqui?*

Aluna: *Tá; é a real então.*

Francisco: *E a letra “C”. Aplicar no fio um campo horizontal e para a esquerda. Então, vai daqui para lá (mostra na figura o sentido). Se o campo está para lá (aponta com o braço em direção ao lado esquerdo) para onde se movem os elétrons?*

Aluna: *Para direita.*

Francisco: *Como está na figura.*

Diante do baixo desempenho dos estudantes no Teste Conceitual, Francisco comentou:

Francisco: *Por isso que a gente dá um tempo para vocês pensarem. Vocês têm que pensar com calma nas três opções, não escolher simplesmente.*

O quarto Teste Conceitual⁷⁷ foi, então, apresentado aos estudantes. Após a leitura do enunciado e das alternativas, foi dado, aproximadamente, dois minutos para os estudantes pensarem na resposta e em um argumento. Francisco solicitou que os alunos pensassem com atenção em cada uma das alternativas. Após a primeira votação e da subsequente análise da distribuição das respostas, Francisco comentou:

Francisco: *Bom, agora temos diversidade. Então, agora, encontrem alguém que tem uma resposta diferente da de vocês.*

Francisco passou nos pequenos grupos formados para a discussão para acompanhar a conversa entre os estudantes. Passados quatro minutos de conversa entre os estudantes, Francisco solicitou que os mesmos votassem novamente. Perante as respostas dos estudantes, Francisco comentou:

Francisco: *Continua um pouco disperso. Então vamos lá, vamos analisar. Quem votou na letra “D”, por quê? Alguém? Aqui.* (aponta para o estudante)

O estudante apresentou seus argumentos, os quais eram baseados na polaridade da bateria. Diante do argumento do aluno, Francisco comentou:

Francisco: *Pessoal, aqui. O que a gente disse sobre as fontes? O que elas dão ao circuito?*

Aluno: *Diferença de potencial, mas não dão carga.*

Francisco: *Mas não dá carga. Não tem elétrons sendo criados na bateria. A corrente elétrica não flui porque a bateria cria elétrons e passa a circular. Certo? Então a letra “D”?*

Aluna: *Está errada.*

Francisco: *Ficou claro o porquê não é a “D”? Letra “C”; quem é que votou na letra “C”? Ninguém? Porque que não é a letra “C”?*

Aluna: *Porque íon é nos líquidos.*

Francisco: *Íons só se movimentam em gases e líquidos, no caso nós temos um fio metálico. Atenção pessoal (os alunos conversam bastante nesse momento). Quem respondeu a letra “B”? Alguém para explicar? Teve uns quantos “B”, alguém que escolheu a letra “B” explique, por favor, o porquê escolheu a letra “B”.*

Aluno: *Olha quem marcou a “B” e pergunta, é mais fácil.*

Francisco: *Não, vocês têm que se manifestar.*

Ele aguardou por alguns instantes que algum aluno se manifestasse; diante do silêncio dos alunos, perguntou diretamente a uma estudante.

Francisco: *‘Aluna’ (disse o nome da estudante), tu escolheu a letra “B”? Por quê?*

⁷⁷ Ver Teste Conceitual FA3_T4 no Apêndice B.

Aluna: *Tá, o primeiro é porque fala em elétrons e daí é metal. Daí eu não sei, foi a que mais pareceu. Ah, eu não sei explicar.*

Ele perguntou a uma estudante, que estava próxima a estudante que respondeu anteriormente, o que ela tinha marcado e o porquê:

Aluna: *Eu respondi “B” pelos mesmos motivos da ‘colega’ (disse o nome da estudante).*

Alguns estudantes, bem como Francisco, começam a rir da situação.

Aluna: *Mas é verdade. Ela me convenceu.*

Francisco: *Ela te convenceu a mudar. Mais alguém marcou a “B”? Porque não é a letra “B”?*

A mesma aluna que foi convencida pela colega comentou:

Aluna: *Eu disse; é a mesma quantidade, não é?*

Francisco: *Quando eu tava falando de fontes, eu expliquei que a fonte fornece diferença de potencial para o circuito. E que essa diferença de potencial faz com que os elétrons se movam. E, portanto, a bateria não fornece elétrons para o sistema. E também disse que esses elétrons não são consumidos. Eles vão continuar se movimentando por todo o circuito. Essa é uma característica importante. A corrente elétrica não é consumida dentro do circuito.*

Aluna: *Tá, então é a “A”.*

Os mesmos alunos da aula anterior, os quais estavam competindo em relação ao número de repostas corretas, conferiram seus placares. A disputa entre eles apresentou aspectos positivos e motivacionais.

Ao final da aula, Francisco passou as datas das próximas atividades, inclusive a data da prova. Os pesos das atividades avaliativas foram explicados aos estudantes.

Quadro 16– Síntese interpretativa: Caso Francisco – Episódio de Ensino 03

A postura de Francisco, assim como nas aulas anteriores, não mudou. No início da aula demonstrou certo grau de nervosismo. Apesar de ter exercido o papel de regente em outros dois episódios de ensino, os momentos iniciais da aula mostram que havia certo desconforto de estar em frente aos estudantes. Um dos fatores que influenciaram sua postura foi a presença do orientador do estágio.

Assim como nas aulas anteriores, Francisco optou por utilizar, no início da aula, tópicos motivadores do conteúdo a ser abordado em aula. Entretanto, o texto escolhido para ser apresentado aos estudantes foi, por diversos momentos, lido por Francisco. Nesse momento, os alunos não deram grande atenção à aula. A conexão entre o texto apresentado e o conteúdo a ser tratado não foi enfatizada o suficiente para que os estudantes se motivassem.

Durante a explicação dos conceitos escolhidos para essa aula, foi possível perceber que Francisco estava lendo os *slides*. Além disso, através de sua fala foi possível perceber que ele estava guiando-se pelo livro texto dos estudantes. Alguns conceitos que foram apresentados aos estudantes foram extraídos do livro texto literalmente. Mais uma vez, demonstrou falta de segurança e sintonia com o material preparado.

No que tange a escolha dos Testes Conceituais, Francisco encontrou problemas. Apenas um, dos quatro testes apresentados, teve discussão entre os colegas. Entretanto, mesmo após a discussão entre os colegas a dispersão de respostas persistiu. As justificativas dos estudantes demonstraram, muitas vezes, que a escolha da opção baseou-se no que foi dito em aula (palavras em específico), não em uma reflexão acerca do conceito tratado; Francisco não identificou tais situações como problemáticas. Apesar de solicitar que os estudantes apresentassem seus argumentos, não houve um incentivo para que eles produzissem explicações utilizando os conceitos apresentados durante a explanação. Um fator determinante para que os estudantes se valessem da estratégia de justificar suas respostas através do que foi dito, ou não, em aula, é o fato de que a grande maioria dos Testes Conceituais apresentava, pelo menos, uma alternativa que continha termos não apresentados durante a explanação. Apesar disso, era possível perceber, através dos diálogos relatados anteriormente, que alguns estudantes se valeram dos conceitos físicos envolvidos para explicitar suas respostas.

Assim como nas aulas anteriores, não houve problemas na organização temporal da aula, tampouco problemas com a estrutura proposta pelo IpC para os Testes Conceituais.

Quarta aula

Quadro 17 - Conteúdos e objetivos de ensino: Quarta aula Francisco

Conteúdo:
<ul style="list-style-type: none"> • Resistores, resistividade e associação de resistores.
Objetivos de ensino:
<ul style="list-style-type: none"> • Oferecer condições de aprendizagem para que o aluno: <ul style="list-style-type: none"> – Entenda a função dos resistores em um circuito; – Entenda os fatores que influenciam na resistividade; – Saiba diferenciar os tipos de associação de resistores.

Momentos antes ao início da última aula, em 12/06/2012, Francisco colocou no quadro um recado acerca do trabalho e, além disso, desenhou dois circuitos elétricos (um em série e outro em paralelo). Os alunos começaram a chegar e o professor regente saiu da sala para buscar o projetor que seria utilizado em instantes. Os alunos, ao chegarem à sala de aula, começaram a modificar a disposição das classes. Diferentemente das aulas anteriores, Francisco solicitou que os estudantes mantivessem a organização atual. Alguns estudantes não atenderam tal solicitação.

Ao se depararem com o recado no quadro, os estudantes começaram a indagar Francisco sobre as questões da lista de exercícios que foi entregue na segunda aula. Ele informou que passaria as instruções após a realização da chamada. Alguns alunos comemoraram, pois com tais questões anuladas, os mesmos já tinham finalizado a tarefa que deveria ser entregue no dia da prova.

Após a realização da chamada, Francisco, então, informou aos estudantes que algumas questões da lista de exercícios tinham sido canceladas devido a mudanças no plano de ensino. O conteúdo necessário para a realização de tais questões não seria mais abordado e, portanto, não seria cobrado na lista de exercícios.

A explanação de Francisco começou com uma revisão das associações de resistores, assunto que foi abordado no final da aula anterior.

Francisco: *Retomando um pouco o que a gente viu na última aula, a gente vai relembrar as associações de resistores e vamos fazer alguns exercícios no final.*

As principais características de cada tipo de associação foram retomadas com os estudantes. A seguir, algumas imagens de circuitos montados por Francisco foram apresentadas. Basicamente, os elementos utilizados para montar os circuitos foram: cabos de conexão, resistores, um conjunto de pilhas e um multiteste.

O primeiro grupo de imagens apresentava os valores da diferença de potencial de três resistores ligados em série. Além disso, os valores da diferença de potencial de cada um dos elementos foram mostrados, indicando que a diferença de potencial do circuito é a soma das diferenças de potencial em cada elemento do circuito. Ao final da explanação do primeiro grupo de imagens, Francisco comentou:

Francisco: *Certo? Tranquilo? Ficou claro? Ficou visível na imagem como funciona? Então tá. Vamos adiante.*

Alguns alunos responderam que sim. Ele deu sequência na explicação das imagens; todavia, agora, sua apresentação baseava-se em um grupo de imagens que mostravam um circuito de três resistores associados em paralelo. Cada imagem apresentava os valores de corrente elétrica de cada um dos resistores. Por fim, a última imagem apresentava a corrente elétrica do conjunto de três resistores ligados em paralelo. Francisco dialogou com os estudantes a respeito da característica de que a corrente elétrica total de um circuito paralelo é a soma das correntes elétricas de cada um de seus ramos. Além disso, a diferença entre os circuitos foi argumentada aos estudantes. Ao final da explanação, Francisco comentou:

Francisco: *Certo? Tranquilo? Ficou claro? Sem dúvidas? Vocês estão meio silenciosos demais hoje. Isso é meio preocupante.*

Uma aluna, diante do comentário de Francisco, solicitou que ele explicasse novamente o circuito em paralelo. Francisco retomou a explicação dos dois circuitos, apontando as principais características de ambas às associações. Os alunos, nesse momento, permaneceram em silêncio. A impressão foi de que os estudantes não estavam acompanhando a linha de raciocínio proposta por Francisco. Ao final, ele comentou:

Francisco: *Tranquilo? Claro? Fácil? Posso dar um monte de exercícios para vocês resolverem?*

Aluna: *Não!*

Francisco: *Por quê? Vocês falaram que tava claro e fácil.*

Aluna: *Só alguns.*

Para finalizar a explanação, Francisco apresentou as equações de cada uma das associações. Diante da expressão da resistência equivalente do circuito série, um estudante comentou:

Aluno: *É o contrário dos capacitores, né?*

Francisco: *Isso, em termos de associação é ao contrário dos capacitores. É interessante vocês notarem como é que a gente chega daqui para cá (da soma da diferença de potencial para a resistência equivalente do circuito em série) para entender o processo todo. Se não ficou claro, perguntem. Apesar de vocês estarem bastante calados hoje, vocês podem perguntar.*

Ao final da explanação das expressões do circuito em paralelo, Francisco comentou:

Francisco: *Se vocês entenderem o que acontece em cada um deles, vocês não precisam decorar isso aqui (aponta para as expressões). Vocês sabem chegar lá.*

Na sequência ele respondeu a um questionamento de um estudante sobre os resistores. Passado o diálogo entre ambos, ele comentou:

Francisco: *Vamos lá? (pegou o conjunto de cartões para a votação dos Testes Conceituais) Vamos testar para ver se ficou claro mesmo. Vou dar a oportunidade para vocês interagirem também.*

As questões selecionadas para aquela aula foram retiradas de um questionário sobre concepções alternativas de corrente elétrica. Antes de passar para a leitura das questões, Francisco comentou que todas as lâmpadas que seriam utilizadas nas questões eram idênticas, ou seja, possuíam a mesma resistência.

A leitura do primeiro Teste Conceitual⁷⁸ foi feita para os estudantes, assim como as alternativas. Passado alguns minutos, Francisco solicitou que os estudantes levantassem seus cartões contendo as respostas escolhidas. Após a análise das respostas, Francisco passou diretamente para a discussão da resposta. Ele perguntou para uma estudante:

Francisco: *'Aluna' (disse o nome da aluna), porque tu marcou a "C"?*

Aluna: *Ai, eu não vou falar.*

Os colegas insistiram para ela falar. A aluna não respondeu, talvez por timidez, ou por não saber a resposta. Francisco perguntou para outra aluna:

⁷⁸ Ver Teste Conceitual **FA4_T1** no Apêndice B.

Francisco: *'Aluna' (disse o nome da aluna), porque tu escolheu a letra "C"?*

Aluna: *Porque é ligação em paralelo. Então é um sobre a quantidade. E vai ser menor.*

Francisco: *Alguém quer contestar?*

Outra aluna comentou:

Aluna: *Quando eu levantei, tu sorriu.*

Os colegas, assim como Francisco, começaram a rir do argumento da estudante.

Francisco argumentou:

Francisco: *Ela (apontou para a estudante) marcou letra "B" e eu sorri mais ainda.*

Os alunos ficaram dispersos nesse momento. Francisco retomou a discussão:

Francisco: *Vamos lá pessoal. Quem escolheu a letra "A"? Porque escolheu a letra "A"?*

Aluna: *Porque "A" é de amor e hoje é dia dos namorados.*

Os estudantes, novamente, começaram a rir do comentário da colega. Outro estudante começou a argumentar sua opinião:

Aluno: *É que isso confunde a gente, é que uma hora tu fala que a corrente vai ser sempre igual. Só ali, quando tiver divisão é que vai seguir pelo caminho mais fácil. Só que aí tá falando de brilho e brilho não tem nada a ver com a corrente.*

Embora não estivesse escrito no *slide* contendo a questão, o Francisco explicou para eles que todas as lâmpadas seriam consideradas iguais e que seu brilho teria a ver com a resistência elétrica. Outro aluno comenta:

Aluno: *Tem sim, cara.*

O aluno anterior indagou:

Aluno: *Tem, ou não tem? (em um tom de impaciência)*

Francisco: *Eu disse antes que o brilho é equivalente a corrente. Quanto maior a corrente, maior o brilho. Quanto menor a corrente, menor o brilho.*

Aluna: *"Sor", não seria diferente se tivesse um resistor ali?*

Francisco não entendeu a pergunta da estudante. Outra estudante fez um comentário que pareceu indicar que ela mudou sua opinião a respeito da resposta correta baseando-se na indagação da colega. Outra aluna fez uma pergunta a Francisco:

Aluna: *"Sor", ali quando está em paralelo se divide em dois, mas depois volta ao normal. Então L_1 é igual a L_4 . A corrente volta a ser a mesma.*

Francisco prestou atenção no pequeno grupo que compartilhava da mesma opinião da estudante anterior. O restante dos alunos, nesse momento, se dispersou novamente. Francisco pediu a atenção dos alunos e começou a explicar a situação.

Francisco: *Pessoal, ficou claro o que está acontecendo aqui? Eu vou repetir o que a 'Aluna' (disse o nome da estudante). Uma corrente passa por L_1 , essa corrente chega aqui (aponta para o setor em paralelo do circuito) e se divide em dois. Uma parte da corrente aqui (aponta para a L_2) e outra parte para aqui (aponta para a L_3). E depois, o que acontece aqui (aponta para a L_4)?*

Aluno: *Ela volta do mesmo jeito, não é?*

Francisco: *Então, como é o brilho dos dois?*

Alunos: *Iguais.*

Apesar das justificativas dos estudantes não terem sido coerentes com a resposta correta, grande parte escolheu a resposta correta. Francisco, então, passou para a leitura do segundo Teste Conceitual⁷⁹. Posteriormente a leitura das alternativas, foi ressaltado que os estudantes deviam possuir um argumento para explicar para os colegas, ou para Francisco. Diante das respostas dos estudantes, Francisco passou diretamente para a discussão das alternativas. Ele perguntou para uma estudante:

Francisco: *'Aluna' (diz o nome da aula), porque tu escolheu a letra "C"?*

Aluna: *Porque a corrente começa, vai para o L_1 . Aí ela se separa, no L_2 e L_3 . E depois ela volta ao normal para o L_4 . Mas o L_2 fica com uma menor intensidade.*

Francisco não comenta se está correto ou não:

Francisco: *Alguém mais quer falar alguma coisa?*

Aluno: *É isso aí mesmo.*

Outro aluno pergunta:

Aluno: *Tá certo, "sor"?*

Francisco: *Quando ela chega aqui no L_2 e no L_3 (aponta para a divisão em paralelo do circuito) uma parte da corrente vai para o L_2 e parte vai para o L_3 . Então o brilho está menor porque está passando uma corrente menor que no L_4 .*

Durante a explicação de Francisco, a aluna que foi indagada por Francisco perguntou ao pesquisador se sua resposta estava correta. O mesmo afirma que sua resposta estava "ótima".

Ao passar para o próximo Teste Conceitual, Francisco comentou:

⁷⁹ Ver Teste Conceitual **FA4_T2** no Apêndice B.

Francisco: *Então, vamos complicar mais.*

A leitura o Teste Conceitual⁸⁰ foi feita e as imagens pertencentes ao mesmo foram detalhadas para auxiliar os estudantes. Após dois minutos, aproximadamente, os alunos mostraram seus cartões contendo a alternativa escolhida. Grande parte dos alunos optou pela alternativa errada. Apesar desse fato, Francisco solicitou que os estudantes discutissem entre eles acerca do Teste Conceitual.

Passados alguns minutos de discussão entre os estudantes, Francisco solicitou que os mesmos votassem novamente. Diante das respostas comentou:

Francisco: *Tinha só uma resposta diferente e ela desapareceu. Quem quer explicar porque é a letra 'C'? Porque escolheu a letra 'C'?*

Um aluno começou a explicitar sua justificativa:

Aluno: *Porque nos dois casos (...).*

Francisco: *Só um pouquinho, vamos escutar o 'colega' (disse o nome do aluno).*

Aluno: *Porque se tu comparar L_1 e L_2 , há variação dos dois. Se tu comparar L_1 e L_1 , L_1 9 e L_1 10 a variação é a mesma.*

Alguns alunos começaram a rir.

Aluno: *Ai, eu não sei explicar, "sor"!*

Uma estudante argumentou que em ambas as situações a energia ia se dissipar primeiramente na L_1 e, portanto, o brilho era igual. Francisco, então, optou por explicar a questão. Ele perguntou aos estudantes o que acontecia com a resistência do circuito quando L_3 era retirada. Todos os estudantes responderam que a resistência iria diminuir. Todavia, de acordo com o esquema do circuito, isso não ocorreria. Cabe ressaltar que os estudantes, quando indagados sobre o cálculo da resistência equivalente em paralelo, expressaram verbalmente a relação matemática de maneira correta. Todavia, quando Francisco comentou a respeito da propriedade da soma dos inversos, diversos estudantes aparentaram não entender a relação. O professor regente pediu, então, a palavra e tentou explicar aos estudantes.

Após a explicação do professor regente, os alunos pareceram convencidos de que a resistência equivalente do circuito 9 era menor do que a do circuito 10. Entretanto, quando indagados sobre a consequência dessa informação para o valor da corrente elétrica, não houve

⁸⁰ Ver Teste Conceitual **FA4_T3** no Apêndice B.

resposta. Muitos comentaram que, segundo suas concepções e segundo os comentários dos professores (Francisco e professor), a corrente elétrica não iria se alterar.

Francisco argumentou que a corrente elétrica de um circuito depende de todos os componentes desse circuito e, principalmente, da forma com que esses componentes estão organizados. Os alunos ainda persistiram com suas dúvidas. Francisco tentou explicar novamente aos estudantes, visto que os mesmos continuam afirmando que não entenderam o porquê a resposta correta era a letra “B”.

O professor regente interferiu, mais uma vez, na explicação de Francisco e sugeriu que fossem adotados valores de resistência para cada uma das lâmpadas. Os alunos responderam corretamente as perguntas do professor e, ao final, pareceram mais convencidos da resposta correta. Ainda assim, algumas estudantes perguntaram a Francisco como era possível que, mesmo com maior quantidade de resistores, o circuito 9 possuía menor resistência equivalente.

Francisco deu sequência à apresentação das questões e o quarto Teste Conceitual⁸¹ foi exibido aos estudantes. A leitura do enunciado foi realizada, bem como a explicação das imagens. Depois de feita a análise das respostas dos alunos, Francisco comentou:

Francisco: *Ainda temos alguma dispersão. Eu vou dar cinco minutos para vocês conversarem.*

Após a discussão entre os estudantes, Francisco solicitou que os mesmos mostrassem os cartões contendo as alternativas. Ele passou, então, a perguntar aos estudantes suas justificativas. Primeiramente, indagou uma estudante:

Francisco: *Porque tu escolheu a letra “A”?* (apontou para a estudante)

Aluna: *Porque eu acho que é igual a anterior.*

Outro aluno comentou:

Aluno: *Se é igual a anterior, então é a letra “B”.*

Os alunos começaram a debater entre eles a respeito da resposta correta. Francisco perguntou a outra estudante o porquê dela ter optado pela letra “B”. Sua justificativa, assim como a de outros estudantes, foi que, como a corrente que passava em L_1 e L_4 eram iguais, a justificativa da questão anterior era válida para essa situação.

⁸¹ Ver Teste Conceitual **FA4_T4** no Apêndice B.

A leitura do quinto Teste Conceitual⁸² foi realizada para os estudantes. A imagem foi explicada, assim como as alternativas. Francisco, após aproximadamente um minuto, solicitou que os estudantes mostrassem seus cartões. Os estudantes sentados no fundo pediram que os colegas sentados na frente virassem seus cartões para saberem o que os colegas tinham marcado. Diante das respostas dos estudantes (maioria optou pela alternativa “A”) Francisco passou a perguntar as respectivas justificativas dos estudantes:

Francisco: *‘Aluna’ (disse o nome da aluna), porque tu escolheu a letra “C”?*

Aluna: *Porque na real, como eles estão em paralelo eu acho que a luz vai se dividir igualmente. Porque a mesma quantidade vai passar em baixo e em cima. Ah, mas se em baixo tem duas, a luz vai ser menor. Ah, tá!*

Francisco: *Nós estamos discutindo, tu não sabe se está errada. Fala* (apontou para um estudante que estava com a mão levantada).

Aluno: *Na última aula tu falou que a corrente vai pelo caminho mais fácil. Então, seria uma maior parte por cima e uma menor por baixo. E aí, L_3 brilharia mais que L_1 e L_2 .*

Francisco retomou a explicação da questão, enfatizando a resposta correta do aluno. Os estudantes, dessa vez, pareceram convencidos da resposta correta. O último Teste Conceitual⁸³ foi apresentado, então, aos estudantes. Os alunos, nesse momento, começaram a discutir entre eles as alternativas. Francisco chamou a atenção que eles teriam tempo para discutir após a primeira votação e que era necessário que, primeiramente, eles expressassem sua opinião sem a influência de terceiros. Após a votação (uma porção considerável dos estudantes optou pela alternativa “C” - incorreta), os estudantes foram convidados a discutir entre si. Após a discussão, não houve grandes mudanças na distribuição de frequências inicial. Alguns estudantes tentaram apresentar seus argumentos, porém o barulho era intenso e Francisco não conseguiu acompanhar os estudantes. Um aluno começou a explicitar seu argumento e os colegas começam a rir de sua resposta. Gerou-se um clima tenso e o estudante agrediu, verbalmente, alguns colegas. O professor regente interferiu pedindo respeito e que todos ouvissem seu argumento. O aluno comentou:

Aluno: *É, não utilizo os mesmos pensamentos que as outras pessoas. Eu faço eliminação. Ela não continua brilhando como antes. A “B” também não tem sentido, ela não deixa de brilhar. Porque o resistor não vai absorver toda a (o aluno fez uma pausa no seu argumento). Eu não sei falar, não sei. E a “C” é que tem mais sentido.*

Francisco: *Alguém mais quer falar alguma coisa? Muitas pessoas marcaram a “C”. Vamos lá, expressem suas ideias.*

⁸² Ver Teste Conceitual **FA4_T5** no Apêndice B.

⁸³ Ver Teste Conceitual **FA4_T6** no Apêndice B.

Alguns estudantes ficaram em silêncio, demonstrando que não sabiam argumentar sua justificativa. Francisco, então, assumiu a explicação da resposta correta. Seu argumento centrou-se no conceito de diferença de potencial, mais especificadamente, na diferença de potencial ao longo de um fio dentro de um circuito. Os alunos relutaram, momentaneamente, para aceitar o argumento. A última etapa da aula foi reservada para a resolução de problemas numéricos envolvendo associações de resistores.

Quadro 18– Síntese interpretativa: Caso Francisco – Episódio de Ensino 04

Francisco se mostrou mais confortável frente aos estudantes nessa aula, parecendo mais descontraído em alguns momentos. Os alunos, por outro lado, mostraram-se mais dispersos que nas aulas anteriores. Um possível fator foi a familiarização com a figura de autoridade de Francisco.

Os tópicos abordados na aula versaram sobre os tipos de associação entre resistores. Ele começou enfatizando que os tópicos seriam revisados, pois já tinham sido tratados na aula anterior. A estratégia adotada foi apresentar imagens contendo resistores associados em série e em paralelo. Em tais imagens, um multiteste foi utilizado para medir os valores de corrente e diferença de potencial nos componentes. Os alunos apresentaram dificuldades para compreender as imagens e sua conexão com as expressões dos circuitos.

Durante a etapa dos Testes Conceituais, foi possível perceber que os estudantes não haviam compreendido os conceitos envolvidos. Através das justificativas dos estudantes, pouco fundamentadas nos conceitos de corrente elétrica e diferença de potencial, percebeu-se que os ganhos de aprendizagem nas discussões ficaram aquém do desejado. O terceiro Teste Conceitual apresentado aos estudantes gerou muita discussão e controvérsias. O professor regente teve que intervir a fim de propor uma explicação diferente, visto que Francisco não soube explicar de maneira clara a situação.

Outro fator importante centra-se no fato de que na primeira votação desse teste, a maioria dos estudantes tinha optado pela alternativa incorreta. A discussão entre os pares se mostrou, dessa forma, infrutífera. Não houve convergência para a resposta correta e os alunos discutiram os conceitos de maneira errônea. Durante a discussão das alternativas dos Testes Conceituais, em diversos momentos houve atrito entre os estudantes. Os alunos discutiram entre eles de maneira ríspida, gerando um ambiente tenso e pouco favorável à aprendizagem. Francisco não soube lidar com essa situação e o atrito persistiu ao longo da aula.

4.3.5 Alguns achados do caso Francisco

O período de observação foi rico em detalhes que forneceram indícios para obter respostas às nossas questões de pesquisa. Nosso sujeito de pesquisa possui características que se refletiram na sua postura nos episódios de ensino. Apesar da proposta de utilizar uma explanação mais dialogada, na qual a interação com os estudantes se fez presente, Francisco manteve certo distanciamento afetivo com relação aos estudantes. Na entrevista realizada antes do período de regência do estágio, quando indagado sobre “as possíveis lições do que não fazer que o período de observação proporcionou”, respondeu: *“tinha algumas coisas que eu via o professor fazendo que não me agradavam. Em geral, eu vi que o método dele*

funcionava com os alunos, mas não me agradava a maneira como ele se portava com os alunos, com muita intimidade.”

A experiência docente de nosso sujeito de pesquisa foi percebida, através de seu relato no TCC, como insuficiente frente à complexidade que se apresentou no seu período de regência. O extrato a seguir mostra que, segundo ele, houve um descompasso entre a teoria e a prática e que, apenas no estágio, foi possível perceber tais contrastes. Segundo o modelo proposto por Beach e Pearson (Ibid.), Francisco se deparou com um **conflito institucional**. Professores, em suas experiências didáticas iniciais, apresentam conflitos relacionados com os programas das Universidades e com as relações entre o programa e a prática.

Já tinha tido algumas experiências em docência, mas essa foi a minha primeira vez a frente de uma turma em escola regular. Trabalhei dois anos como bolsista PIBID – Programa de Incentivo e Bolsa de Iniciação à Docência – tendo a oportunidade de conviver em ambiente escolar, trabalhando com alunos e professores e, até mesmo, com diretores. Foi um tempo bom para mim, uma experiência que me trouxe outra visão do mundo escolar. Antes era aluno e agora, “meio aluno” e “meio professor”. Quando iniciei a regência não sabia se seria como foi no PIBID ou se seria mais fácil, mas dessa experiência pude tirar grandes lições, algumas boas e outras difíceis de aceitar. Primeiro eu pude perceber que não estava pronto para a docência, mesmo estando no último semestre do curso de licenciatura em Física. As diversas disciplinas e as aulas da FACED, durante a regência, me pareceram pouco proveitosas. Nada daquilo que eu havia visto e que parecia tão interessante na teoria, era aplicável na minha regência. Era como se na teoria tudo fosse funcionar facilmente e na hora da prática, nada daquilo pudesse ser aplicado.

Como alternativa, argumenta que, “talvez a regência devesse começar a ser desenvolvida mais cedo no curso, assim não chegaríamos ao final do curso sem ter certeza que sabemos o que fazer em sala de aula”. Ao propor tal solução, Francisco utiliza uma **estratégia de nível III**; onde, apesar de atrelar tal conflito a fatores externos, há uma reflexão mais profunda da prática e das crenças sobre o ensino e sobre a prática.

Em relação ao uso do IpC como metodologia de ensino, o argumento utilizado para justificar sua adoção como método de ensino, possui aporte em teorias de aprendizagem e no objetivo de tornar a aula mais interativa.

Com base nas teorias de Vygotsky e de Ausubel, adotei a interação como método principal durante as aulas. Procurei fazer aulas de modo a dar ao aluno a oportunidade de participar ativamente construindo seu conhecimento pela interação com alguém que possui o domínio dos signos, no caso, eu como a figura do professor; e

também a interação com alguém que seja considerado um parceiro mais capaz, ou seja, um colega que já conseguiu dominar o conteúdo.

Escolhi usar o método em quase todas minhas aulas na expectativa de apresentar algo novo e diferente para os alunos durante meu período de regência. Havia conhecido o método há dois semestres quando um colega me falou que estava trabalhando com esse método e os resultados estavam sendo muito bons. Depois disso fui a uma palestra do professor Ives Araujo em que ele apresentava o método. Durante essa palestra pude ver que o método era bom e funcionava bem com essa nova proposta de ensino.

Na entrevista realizada encontramos argumentos próximos do extrato anterior:

Eu achei o método bem interessante porque permite que eles (os alunos) possam dialogar entre si, ou buscar conhecimentos de Física entre si.

Quando indagado sobre quais eram os principais aspectos que o levaram a escolher o IpC como estratégia didática, Francisco argumentou:

A ideia de que eles podem aprender melhor com eles mesmos, com os outros colegas. Isso é algo que eu vi acontecendo, porque eu dava aulas particulares para os meus colegas e eu via que eles aprendiam com mais facilidade quando eu ensinava do que quando o professor falava. Porque muitas vezes o professor tem uma linguagem diferente e eles acabam muitas vezes não entendendo o que o professor quer dizer.

Como objetivo para o planejamento das aulas, Francisco argumentou, em seu TCC, sua proposta para as aulas com base no referencial de aprendizagem adotado.

As aulas seguirão um padrão diferente, dando pouco enfoque a resolução de exercícios e focando na parte conceitual do conteúdo trabalhado. Busca-se assim uma nova abordagem, mais dinâmica e que preze por uma participação maior do aluno. O aluno deve deixar de ser um mero receptor e passa a ser quem também constrói seu conhecimento, perguntando e mesmo dando contribuições àquilo que o professor está falando. Nas minhas aulas procurei buscar temas ligados ao cotidiano dos alunos, uma vez que já tinha verificado durante o período de observação, os conhecimentos prévios (subsunçores) e também os assuntos que mais interessavam aos alunos. O interesse deles, em geral, dizia respeito a temas mais ligados à tecnologia ou focados no vestibular. As aulas tinham sempre um tema motivador, como por exemplo, um artigo que falava sobre uma cidade que ficava sem energia elétrica na aula sobre corrente elétrica.

Um aspecto investigado na entrevista foi “*quais eram as preocupações em relação ao uso do IpC*”. Em resposta a tal questionamento, obtivemos:

A gente tem o medo de chegar na hora e não funcionar. De chegar na hora e fazer a pergunta pra eles e eles, simplesmente, não responderem, ficarem fazendo outras coisas ou não darem atenção ao que eu estou me propondo.

Francisco não encontrou problemas quanto ao engajamento dos estudantes frente ao uso do IpC. Os alunos demonstraram atitudes positivas em relação ao método e as discussões ocorreram sem problemas aparentes. Uma situação recorrente na etapa dos Testes Conceituais foi a competição entre alguns estudantes quanto ao desempenho. Apesar de aparentemente ser um fator negativo, através da observação, tivemos a impressão que a competição, da maneira e no nível em que foi estabelecida, era saudável e motivava os estudantes.

Francisco optou por solicitar que os estudantes explicitassem seus argumentos para as opções de respostas escolhidas dos Testes Conceituais. Houve, em alguns episódios de ensino, conflitos entre os estudantes e, por consequência, o ambiente tornou-se pouco favorável a aprendizagem. Não houve um posicionamento de Francisco quanto a essas situações.

Buscando responder preliminarmente as questões-foco da pesquisa, identificamos situações ao longo da narrativa dos episódios de ensino que foram resumidas e interpretadas em *quadros de síntese interpretativa*⁸⁴. Um primeiro aspecto percebido ao longo do período de observação foi o nervosismo e o desconforto de Francisco nos episódios de ensino.

O período de estágio é marcado por uma transição de estudante para professor e, segundo Beach e Pearson (Ibid.), essa ambiguidade gera **conflitos de papel**. Francisco estava tendo seu primeiro contato com uma turma de Ensino Médio na figura de professor regente e, claramente, estava vivenciando um conflito relacionado a tal transição.

Nas três primeiras aulas observadas⁸⁵, notaram-se tais comportamentos, atrelados, possivelmente, à falta de experiência como regente de turma e a presença do orientador de

⁸⁴ Quadro contendo as interpretações das situações ocorridas no episódio de ensino.

⁸⁵ Ver quadros 12, 14 e 16.

estágio⁸⁶. Na última aula observada⁸⁷ não foi percebido tal comportamento. Possivelmente, aos poucos, foi adquirindo confiança.

Uma das dificuldades apresentadas por Francisco relaciona-se ao domínio dos conteúdos apresentados nos episódios de ensino. Em algumas situações o professor regente da turma teve de intervir a fim de sanar as dúvidas dos estudantes e melhorar as explicações. Pensando esses problemas dentro do modelo proposto por Beach e Pearson (Ibid.), ele estava vivenciando **conflitos de instrução**. Em seu TCC, Francisco relatou:

Ao falar sobre capacitores de placas paralelas, uma aluna surgiu com a dúvida do que seria permissividade. Tentei explicar para ela o conceito de permissividade, mas acho que não consegui ser claro o suficiente para que a aluna me entendesse. O Professor da turma me interrompeu e me ajudou a esclarecer a dúvida da aluna, que pareceu ter entendido melhor o que era permissividade. Depois falei sobre dielétricos e outra aluna teve dúvida sobre o que era rigidez dielétrica, que já eu já havia falado na aula anterior, novamente precisei da ajuda do professor titular para deixar claro aquilo que estava tentando explicar.

Uma possível justificativa para o ocorrido relaciona-se ao perfil da turma escolhida para o período de regência:

Era uma turma atípica, como o professor me disse mais de uma vez. Os alunos eram interessados e participativos, o que por um lado era bom, pois facilitava muito a minha aula, e por outro lado dificultava bastante para quem estava começando como eu. Dificultava porque eles faziam perguntas que outro tipo de aluno não faria, e isso fez com que fosse bem mais trabalhosa a minha preparação. Facilitava por que o interesse deles me motivava a fazer ainda mais pela aula, e a facilidade de compreensão e empenho deles na aula fazia a aula fluir melhor e ser mais fácil de ser dada.

Algumas dessas dúvidas surgiram após a apresentação dos Testes Conceituais⁸⁸. Essas dificuldades não foram reportadas por Francisco em seus relatos de experiência contidos no trabalho de conclusão de curso. O distanciamento do problema indica que Francisco utilizou uma **estratégia de nível I**. Tal estratégia é caracterizada por Beach e Pearson (Ibid.) pela negação, rejeição, afastamento dos conflitos.

⁸⁶A presença do orientador de estágio, na figura de avaliador do papel do estudante como professor é um possível indicador do nervosismo apresentado.

⁸⁷ Ver quadro 18.

⁸⁸ Ver quadro 18.

Ainda em relação aos Testes Conceituais, Francisco encontrou certas dificuldades que merecem uma reflexão. Nos quadros 14e 16 relatamos a falta de critérios na seleção dos testes apresentados, bem como falta de domínio do conteúdo abordado em tais questões. Algumas dessas situações foram relatadas por Francisco em seu trabalho de conclusão, conforme segue:

Na primeira questão a maioria dos alunos respondeu a letra 'D' que me parecia ser a correta. Depois, enquanto conversava com o Professor da turma, percebi que não era a correta, mas sim a letra 'C', que afirmava que um dielétrico reduz o campo elétrico no interior do capacitor o que aumenta sua capacidade (relato da aula 02).

Na quarta e última questão apenas três alunos a responderam corretamente. Quando pedi que me explicassem o motivo de terem escolhido aquela resposta, eles só souberam dizer que parecia ser a melhor resposta. Então recomencei a discussão sobre o tema da questão que era corrente elétrica, explicitando aquelas que não estavam corretas e o motivo de elas não estarem corretas. Logo após a explicação da primeira alternativa incorreta os alunos começaram a perceber as demais incorretas e os motivos delas estarem incorretas e começaram a tentar explicar também as incorretas. Nesse momento me pareceu que o erro havia acontecido muito mais por eles não prestarem a atenção na pergunta e não analisarem com calma as alternativas. Deram-me a impressão de que eles simplesmente juntaram algumas partes daquilo que eu havia falado na aula e criado a resposta, sem se importarem com a maneira com que esses elementos se conectavam na minha apresentação (relato da aula 03).

A qualidade das questões é essencial para a avaliação da aprendizagem dos estudantes. Questões que envolvem memorização de sentenças ditas pelo professor, ou questões que apresentam alternativas com termos não apresentados fazem com que os estudantes não reflitam sobre os conceitos apresentados. A dificuldade em encontrar bons Testes Conceituais também foi reportada por professores no trabalho de Fagen *et al.* (2002).

Tais conflitos encaixam-se na categoria de **conflitos de instrução** (Beach e Pearson, 1998). Não houve, aparentemente, uma reflexão na seleção das questões apresentadas aos estudantes. Entre as diversas situações relatadas nos quadros de síntese interpretativa, destacamos, no quadro 14, uma que exemplifica tal interpretação. Segundo Francisco, havia um erro de digitação no teste⁸⁹, o qual impediu que o mesmo fosse utilizado; todavia, não havia tal erro, sua redação era confusa e dificultava a interpretação, inclusive a de Francisco, quanto mais dos estudantes. Além disso, em alguns Testes Conceituais não ocorreu a etapa de

⁸⁹ Ver Teste Conceitual FA2_T2 no Apêndice B

discussão entre os colegas devido à falta de sincronia entre a exposição e a questão proposta, ou ainda, devido à falta de precisão na explicação dos conceitos envolvidos.

Quanto à preparação do material para os episódios de ensino, em específico em relação aos *kits* de cartelas coloridas, em dois episódios de ensino observou-se certo despreparo. No primeiro episódio, Francisco esqueceu-se de levar para a aula o *kit* de cartões e, no segundo episódio, não fez a conferência da quantidade de cartões em relação ao número de alunos. No relato de regência, em seu TCC, tal situação foi reportada:

Durante a distribuição dos cartões para os alunos votarem, percebi que faltavam cartões e uma das alunas acabou ficando sem cartões para votar. Ao final da aula, conferindo novamente os cartões, percebi que aqueles que estavam faltando, agora estavam novamente junto com os outros, provavelmente foram devolvidos por quem os estava guardando (relato da aula 02).

Em relação à estrutura proposta pelo IpC, em específico no andamento dos Testes Conceituais, Francisco apresentou pouca dificuldade. Em apenas dois testes os alunos foram postos a conversar mesmo após o erro geral da questão. As discussões, nesses casos, foram pouco frutíferas e os estudantes não obtiveram ganhos de aprendizagem evidentes.

Ao longo do período de observação do pesquisador, foi possível perceber, em alguns momentos, que o *feedback* imediato quanto à aprendizagem dos conceitos compartilhados com os estudantes, proporcionado pelo IpC, foi pouco utilizado. Em alguns Testes Conceituais, apesar do erro dos estudantes, o conceito abordado não foi retomado ou abordado de maneira diferenciada.

4.3.6 Uma análise cruzada dos casos Olívia e Francisco

A partir dos dados coletados através da observação dos episódios de ensino, bem como das entrevistas realizadas e da análise dos trabalhos de conclusão de Olívia e Francisco, definimos três eixos de análise, a saber: crenças e atitudes dos estagiários em relação aos métodos tradicionais de ensino; atitudes dos estagiários em relação ao método IpC; conflitos e dificuldades da prática docente por meio do método IpC.

No presente trabalho, adotamos a definição de ‘atitude’ e ‘crença’ segundo a proposta da Teoria do Comportamento Planejado (TCP) de Icek Ajzen (1991, apud HEIDMANN *et al*, 2012) que afirma que as atitudes estão relacionadas com os sentimentos dos indivíduos, e elas são moldadas pelo conhecimento que o sujeito tem sobre o comportamento, ou seja, pelas

suas crenças. Em outras palavras, as crenças determinam as atitudes sobre uma variedade de eventos, ações e objetos e podem ser formadas como resultado da observação direta, de processos de inferência ou pela aceitação de informações provenientes de outras fontes como amigos, televisão, jornais, livros, etc.

4.3.6.1 Crenças e atitudes dos estagiários em relação aos métodos tradicionais de ensino

Procuramos através de entrevistas individuais com Olívia e Francisco, antes do início do período de regência da disciplina de estágio de docência, buscar indícios sobre crenças e atitudes referentes aos métodos tradicionais de ensino que eles apresentavam. Inicialmente, indagamos “*em sua opinião, qual seria a escola ideal?*” e, na sequência, perguntamos “*que tipo de aulas os alunos deveriam ter?*”.

Francisco argumentou:

A escola ideal primeiro deveria ter uma direção motivada, professores motivados e depois alunos com vontade de estudar. Dificilmente se encontra essas características. Às vezes tu encontra um professor motivado, mas os alunos têm que estar motivados.

E em relação ao tipo de aulas, comentou:

Algo que entretivesse eles. Que eles pudessem pensar e interagir com o conhecimento. Não simplesmente tu chegar ali e dizer que as coisas são assim. Mas que eles tivessem a oportunidade de interagir com aquilo, de ver aquilo funcionando, de ver experimentos, ou de ver equipamentos que eles têm no dia a dia deles que funcionam com base naquilo. Porque a gente sabe, a Física está em tudo, mas a gente acaba ensinando uma Física distante de tudo. A gente acaba ensinando uma Física que não está em lugar nenhum, e isso prejudica a aprendizagem.

Fica evidente que, segundo Francisco, é necessário que os métodos de ensino promovam motivação nos estudantes. Além disso, que os alunos sejam ativos no processo de aprendizagem. Para tal, é necessário que o professor de Física leve para a sala de aula aplicações do dia a dia dos estudantes e que contextualize de maneira significativa os conceitos abordados, diferentemente da proposta tradicional de ensino, onde o conteúdo é transmitido aos estudantes, de maneira pouco contextualizada e fracamente ou nada relacionada com a realidade.

Olívia afirmou, em relação às perguntas:

A escola ideal, para mim, nunca vai existir, mas não custa sonhar. Primeiro, ela teria que, de alguma maneira, descobrir as habilidades do aluno, que ele tem por si só, e tentar separar em grupos, por habilidades, e essas habilidades serem desenvolvidas. E as outras, que eles não têm tanto, serem desenvolvidas até um ponto limite. Porque o que eu acho que se tem hoje é uma tentativa de desenvolver todas as habilidades, em todas as áreas, e isso não está sendo útil. Como fazer isso? Acho que é bem complicado, mas deveria focar nas habilidades dos alunos. As aulas teriam que ser bem mais particulares. Não teria como ter uma turma de 40 alunos, teria que ter no máximo cinco ou dez alunos.

Olívia, em seu discurso, apresenta indícios de que é necessário conhecer as aptidões naturais dos alunos, aquilo que eles demonstram ser mais hábeis em realizar, ou apresentam mais afinidade. Ela vai além e afirma que as habilidades dos estudantes deveriam ser consideradas no processo de aprendizagem e, que este, deveria privilegiar as habilidades expoentes dos estudantes. Nessa perspectiva, o foco da escola consistiria em detectar essas aptidões e desenvolver o potencial dos estudantes na direção delas; para tal, seria necessário que as turmas fossem formadas por poucos alunos para que o professor pudesse dar mais atenção individualmente.

Olívia, em resposta à pergunta “o que achas dos métodos tradicionais de ensino?”, afirmou:

Depois que se tem um nível de maturidade, no doutorado, por exemplo, eu não me importava. Mas aí é diferente, tu já tem uma base, tu está interessado em ver aquele conteúdo e aquilo vai ser importante para a tua vida, então tu tem que aprender. Mas, eu não sou a favor em fazer experimentos como tem sido feito, que é um roteiro fechado (referência a práticas de ensino envolvendo experimentos ou demonstrações experimentais associados ao laboratório didático de Física). A aula tradicional pode acontecer de vez em quando, mas tem que se tomar cuidado com a postura do professor em dizer isso daqui é uma verdade absoluta, se vocês não entenderam, acreditem.

Segundo sua opinião, o nível de maturidade dos estudantes é um fator fundamental a ser considerado ao se optar por aulas tradicionais expositivas. Olívia chama atenção que esse tipo de aula é adequado apenas quando o aluno já se encontra motivado para aprender. Sua justificativa baseia-se em sua própria experiência durante o curso de doutorado, na qual teve aulas expositivas. Contudo, apesar de não ter expresso verbalmente durante a entrevista, mostra indícios de que tal abordagem é um tanto ineficiente no Ensino Médio.

Olívia manifesta, em sua resposta, que a linguagem e a postura epistemológica do professor não deve assumir que a Física (ou Ciências) é “assim porque é assim” e que os alunos devem simplesmente “acreditar” por que a Ciência (suas leis e teorias) são verdades comprovadas e absolutas; mas, contrariamente, parece enfatizar o uso de uma linguagem e uma postura mais adequada à epistemologia contemporânea, de que a Ciência é uma construção humana. Dessa forma, Olívia posiciona-se adversa a qualquer postura autoritária, quer em relação à transmissão do conhecimento, quer em relação à produção desse.

Como o nosso objetivo durante a regência não era o de que os alunos aprendessem mecanicamente, as informações passadas a eles foram preparadas de maneira a serem potencialmente significativas e relacionadas com os subsunçores... conhecidos durante o período de observações.

Francisco apresentou os seguintes argumentos à pergunta relacionada aos métodos tradicionais de ensino (anteriormente mencionada):

Eu acho que eles não funcionam mais. Em algum momento da história eles até funcionaram bem, mas hoje em dia eles não funcionam. Principalmente porque os alunos, hoje em dia, têm muito acesso as informações e simplesmente ficar jogando mais informações neles acaba não funcionando. Eles podem ir na internet e achar essas informações, por isso que tem que buscar outros meios, mostrar experimentos, mostrar coisas do dia a dia que funcionam com base naquilo, que daí tu traz eles para uma realidade diferente de buscar a informação na internet.

Em sua fala, Francisco explicita que, devido à mudança na realidade escolar, principalmente com o advento da *internet*, é necessário apresentar os conteúdos de maneira mais conectada com o dia a dia dos alunos. É preciso motivar os estudantes com exposições diferenciadas, distanciando-se, dessa forma, do ensino tradicional.

Olívia e Francisco apresentam certo grau de aversão ao ensino tradicional. Ambos percebem, de maneira crítica, que é necessário modificar as metodologias de ensino a fim de que a aprendizagem ocorra de maneira mais significativa e que os alunos tornem-se mais engajados nos episódios de ensino. Essa postura possui reflexos na condução do planejamento e na execução dos planos de ensino.

Olívia e Francisco se propuseram, como é possível perceber ao longo das descrições do contexto de sala de aula, a tratar os conceitos Físicos de maneira mais contextualizada e, além disso, utilizaram o IpC para promover um maior engajamento dos estudantes durante os episódios de ensino, bem como maior interação com os conceitos apresentados através das

discussões com os colegas. Então, pode-se dizer que os dois sujeitos de pesquisa convergem em termos de crenças e atitudes relativas aos métodos tradicionais de ensino, colocando-se em uma posição crítica e de superação dessa forma de ensino.

4.3.6.2 Atitudes dos estagiários em relação ao método IpC

Na entrevista individual realizada com Olívia e Francisco, antes do período de regência de classe, almejávamos levantar informações a respeito das atitudes iniciais referentes ao IpC. Inicialmente, indagamos: “*como conheceu o método?*”. Olívia respondeu que,

há muitos anos eu tenho pensado sobre o que as pessoas têm dito, que a escola vai acabar. Na FACED, aliás, é o discurso: que o mundo vai acabar porque os alunos não aprendem, a escola está uma desgraça, os professores apanham, etc. Há muito tempo eu tenho pensado em como mudar isso, o que eu posso fazer de diferente, fazer experimentos? Motivar com experimentos? Aí o professor Ives voltou de Harvard, eu sempre mantive um pouco de contato com ele. Eu marquei um horário para contar para ele como estava sendo minha experiência de dar aula, pois eu tinha começado meu estágio de docência na pós. Aí ele me mostrou, explicou o que ele tinha ido fazer e me mostrou os clickers. Daí eu fiquei uma semana pensando, podia funcionar. Isso junto com algumas outras coisinhas podia dar certo.

No discurso de Olívia, percebemos certo grau de empatia com o IpC. Sua reflexão sobre a realidade escolar atual mostra que, para ela, é possível modificar tal situação através da inserção de novas propostas metodologias, em específico, o IpC. Assume uma atitude esperançosa, mas não afirma que o método, por si só, seria capaz de promover a mudança necessária. Precisaria utilizar outras estratégias em paralelo com o método.

Francisco, quando indagado sobre como conheceu o método, afirmou:

Eu conheci com o Alex (referindo-se a um aluno do Mestrado Acadêmico em Ensino de Física da UFRGS), quando ele entrou no mestrado. Ele falou que o professor Ives tava trazendo, que era um método interessante, me falou como funcionava. Depois eu fui assistir a duas palestras do professor Ives para ver se era um método legal. Eu achei o método bem interessante por permitir que os alunos dialoguem entre si, que busquem conhecimento entre si. Daí eu achei interessante utilizar isso.

É possível perceber, que mesmo sem ter utilizado o método, Francisco simpatizava com sua proposta, principalmente, com a sua estrutura que permite que os estudantes dialoguem entre si durante os episódios de ensino. Tanto Olívia, quanto Francisco, tiveram

contato com o IpC através de conversas ou palestras com pessoas que pesquisam ou trabalham com o método.

Os fatores que influenciaram Olívia e Francisco para escolher o IpC como estratégia para seu período de regência do estágio de docência relacionam-se, basicamente, com a interação que o método proporciona e com os aspectos motivacionais para os estudantes. Nas subseções 4.3.3 e 4.3.5, foram destacadas algumas falas e passagens dos trabalhos de conclusão que corroboram tais fatores.

Na mesma entrevista realizada antes do período de regência, Olívia e Francisco responderam à seguinte pergunta: “*quais são as suas preocupações em relação ao método?*”. Francisco destacou que seu temor era que, ao implementar o método, os alunos não se engajassem durante a etapa dos Testes Conceituais. Olívia afirmou que tinha preocupações relacionadas à aplicação correta do IpC, sobretudo, em relação às respostas dos Testes Conceituais (em particular, a segurança nas respostas dos testes, bem como as justificativas para as alternativas).

Após o período de regência, foi realizada uma nova entrevista individual com Olívia e Francisco. Entre as perguntas feitas, foi solicitado que destacassem quais eram as principais vantagens e as principais limitações do IpC. No quadro 19 sintetizamos os resultados encontrados, respondendo, dessa forma, a seguinte questão de pesquisa: “*Que vantagens e limitações são apontadas pelos professores quanto ao uso do IpC como estratégia didática?*”.

Ao indagarmos Olívia e Francisco com a seguinte pergunta: “*Você sugeriria para outros colegas utilizar o IpC no estágio de docência? Que recomendações você faria?*”. Tentamos buscar, após a implementação do IpC feita por eles, indícios de uma mudança nas atitudes iniciais referentes ao método.

Olívia respondeu:

Sim, inclusive eu indico para todo mundo, para quem está na licenciatura e para quem não está também. Como recomendação eu indico que estude bastante, que tenha tempo para se dedicar para o estágio. Não use os cartões [mas sim os clickers] e, talvez, fazer uma coisa, que eu não consegui fazer, que era motivar mais os alunos no início. Eu não consegui fazer porque eu estava em choque entre ser séria ou não.

O argumentou de Francisco foi:

Sem dúvidas eu indicaria. Eu gostei muito do método porque eu gosto mais da parte conceitual; não sou muito fã da parte numérica. Eu

recomendaria sim. Bom, e por quê? Pelas inúmeras vantagens que o método traz; o aprofundamento da parte conceitual, quando tu aprofunda a parte conceitual a parte numérica fica mais fácil. Tu dá a oportunidade para os alunos participarem, essa é uma parte que eu gosto bastante do método. É diferente do que eles ficam lá só olhando pro professor, ou resolvendo exercícios cada um na sua. Eles têm a oportunidade de participar da aula efetivamente, eles fazem parte da aula. Além de dar a chance para eles discutirem entre eles. Bom, o primeiro alerta é que precisa de muito tempo para o planejamento. É muito importante ter cuidado com as questões. Tem que fazer uma revisão cuidadosa com a redação das questões para não ter problemas durante a aula.

Quadro 19 - Vantagens e limitação do IpC na concepção de Olívia e Francisco

	Olívia	Francisco
Vantagens	<p>Discussão entre os colegas sobre tópicos de Física</p> <p>Mudança no engajamento dos alunos</p> <p>Oportunidade para os estudantes refletirem sobre os conceitos durante o episódio de ensino, ao responderem Testes Conceituais</p> <p>Auxílio na estruturação dos episódios de ensino</p>	<p>Discussão entre os colegas sobre tópicos de Física</p> <p>Abordagem conceitual durante os episódios de ensino</p> <p>Mudança na postura dos alunos (os alunos deixam de ser passivos nos episódios de ensino)</p>
Limitações	<p>Necessidade de tempo para reflexão sobre os Testes Conceituais</p> <p>Contexto e infraestrutura da instituição</p> <p>Necessidade de recursos (projektor multimídia, notebook, etc.)</p>	<p>Limitação na resolução de problemas</p>

Olívia e Francisco mostraram-se favoráveis a indicação do uso do IpC para outros colegas. Entre as recomendações apontadas por Olívia, tem-se a necessidade de uma maior dedicação durante o estágio, principalmente na seleção dos Testes Conceituais e na reflexão conceitual das alternativas que os testes possuem. Olívia também afirmou que o ideal seria utilizar os *clickers*, ao invés dos cartões (conforme se verá adiante), e que é necessário motivar mais os estudantes em relação ao método. Francisco destacou que é preciso dedicar um tempo considerável na análise dos Testes Conceituais, principalmente buscar possíveis erros conceituais envolvidos.

Em específico quanto ao uso dos cartões, indagamos Olívia sobre os motivos que ela não indica seu uso. Ela argumentou:

Eu acho que a cartela te expõe demais, tanto para o professor quanto para os colegas. Porque assim, mesmo que os colegas não estejam vendo, o professor está vendo. E às vezes a pessoa não está disposta a mostrar suas deficiências para o professor, ainda mais para o estagiário, que eles não conhecem. Acho até que as cartelas sejam perigosas, porque pode inibir o aluno de participar.

A dificuldade em encontrar bons Testes Conceituais, bem como os conflitos vivenciados por Olívia e Francisco, claramente influenciaram suas opiniões quanto às recomendações. Além disso, tais recomendações relacionam-se com às limitações do IpC assinaladas por eles. Na próxima subseção, os conflitos experienciados serão discutidos mais profundamente.

Ao final da entrevista individual, apresentamos a seguinte questão para Olívia e Francisco: “*Caso você assumisse uma turma de Ensino Médio hoje, usaria o IpC? Quais os principais fatores que influenciariam a sua decisão?*”. Olívia afirmou:

Com certeza. Mesmo que fosse na ‘escola X’[disse o nome da escola]. Eu usaria tendo em vista o que eu falei antes, daquilo que eu considero que o método traz de benefícios para aprendizagem do aluno e para o crescimento intelectual. Eu acho que ele não só aprende, mas ele se torna uma pessoa mais desenvolta. Ele tem que pensar, tem que falar e, ao mesmo tempo, está na vida real tendo que responder questões. E principal, que é dar a oportunidade para o aluno ter dúvida. Porque, eu acho que isso é um erro, não sei se dá para chamar de erro, do ensino tradicional. O aluno não pode errar, não pode ter dúvida. E o método te proporciona isso, ser tratado como uma pessoa normal que, ao mesmo tempo em que tem dúvida, está evoluindo.

Olívia afirmou que usaria o método, *mesmo que fosse na ‘escola X’*. Sua fala possui esse argumento, tendo em vista que ela destacou como um fator limitante para implementação do método o contexto de aplicação. Em sua trajetória na disciplina de estágio de docência, Olívia acompanhou os relatos de um colega que realizou sua regência na escola mencionada. Tal colega encontrou diversos problemas em relação a seus alunos, pois muitos não participavam das aulas, não se engajavam nas atividades e, inclusive, alguns tinham envolvimento com tráfico e uso de drogas. Segundo Olívia, não seria impossível utilizar o IpC nesse contexto, porém seria mais árduo o trabalho do professor. Cabe destacar que tal colega de Olívia foi o único que não utilizou o IpC durante o período de regência do estágio de

docência. Apesar de conhecer as limitações e estar ciente das necessidades que passaria ao implementar o IpC em tal contexto, Olívia o utilizaria, indicando uma grande receptividade ao método. Além disso, Olívia justifica que utilizaria o IpC devido as vantagens que o método proporciona aos alunos e sua linha de argumentação está de acordo com o aporte teórico utilizado neste trabalho: as palavras utilizadas por Olívia destacam o aprendiz como alguém que sente, age e pensa (“*uma pessoa normal, que ao mesmo tempo que tem dúvidas, está evoluindo*”).

Francisco, em resposta ao questionamento, afirmou:

Eu usaria, em um primeiro momento sim. É claro que isso dependeria da resposta da turma. A turma pode dar resposta no primeiro mês, no segundo mês, mas lá pelo terceiro ou quarto mês tu acaba não tendo mais resposta, então tu acaba tendo que mudar. Mas sim, eu usaria o método. Eu realmente gostei do método. Principalmente porque eu gosto mais da parte conceitual, então é um método que me atrai mais porque me permite trabalhar mais a parte conceitual em si. É claro que tem a questão da infraestrutura da escola; se a infraestrutura for muito precária ficaria complicado.

Francisco, em sua fala, destaca que utilizaria o método, pois este lhe permite trabalhar melhor a parte conceitual. Apesar deste depoimento, pelo que observamos, Francisco, com frequência, dava explicações que não eram conceituais, mas inclinavam-se para o formulismo. Além disso, argumentou que a receptividade dos alunos ao método é um fator que seria levando em consideração; caso os alunos não estivessem mais dando respostas positivas (aqui interpretamos como engajamento nas discussões), seria feita uma análise em relação ao uso do IpC. Assim como Olívia, Francisco destacou que a infraestrutura da instituição é importante e pode ser um fator limitador do uso do IpC.

Olívia e Francisco mantiveram, mesmo após a implementação do IpC, sua atitude favorável ao IpC. Suas experiências proporcionaram uma perspectiva de avaliação do método e, através dos resultados anteriormente citados, é possível perceber que há uma reflexão quanto ao uso futuro do IpC; apesar dos conflitos e das dificuldades enfrentadas, Olívia e Francisco mantiveram-se a favor do método e pretendem utilizá-lo em oportunidades vindouras.

4.3.6.3 Conflitos e dificuldades da prática docente por meio do método IpC

A fim de responder a questão de pesquisa, “*Quais os principais conflitos e dificuldades que o professores encontram ao utilizar o IpC?*”, foi utilizado o enquadramento

teórico fornecido pelo modelo de Beach e Pearson (Ibid.), que classifica os tipos de conflitos que professores em formação inicial enfrentam no período de pré-serviço (estágio de docência), na seguinte forma: **Conflitos pessoais** – conflitos e tensões em suas relações com os estudantes, os professores e os administradores; **Conflitos de instrução** – relacionados às questões de ensino; **Conflitos de papel** – relativo ao seu papel de professor, ao se encontrarem em uma fase de transição entre ser “estudante” e ser “professor”, aos problemas de relacionamento com os estudantes (dicotomia entre ser “amigável” e ser uma figura de “autoridade”), ou ainda, de autoconceito (necessidade de ser querido pelos alunos, mas se sentir ignorado); **Conflitos institucionais** – referente, principalmente, aos programas das universidades, bem como diferenças de atitudes relacionadas ao ensino de seus professores universitários e do sistema escolar em que estavam inseridos.

Entre os **conflitos pessoais**, destacamos os problemas de relacionamento com os estudantes que Olívia enfrentou ao longo de sua regência, descritos nas subseções 4.3.2 e 4.3.3. Os estudantes tinham muitas dificuldades em manter a atenção e o foco durante as explanações dos conteúdos e as explicações dos Testes Conceituais. O nível de conversa entre os estudantes durante esses momentos era intenso e, por muitas vezes, Olívia teve que interromper sua fala para solicitar que os estudantes ficassem calados.

É importante ressaltar que, ao longo do período de observação das aulas de Francisco, não identificamos a ocorrência de conflitos de acordo com tal categoria. Um possível indício para a ocorrência desse fato relaciona-se às características de sua turma que, segundo ele, “*era uma turma atípica (...) Os alunos eram interessados e participativos, o que por um lado era bom, pois facilitava muito a minha aula*”.

Na categoria de **conflitos de instrução**, Olívia e Francisco enfrentaram problemas relacionados à inadequação dos Testes Conceituais e à imprecisão nas explanações e nas explicações dos Testes Conceituais, descritos nas subseções 4.3.2 a 4.3.5. A escolha dos Testes Conceituais aparentou, em ambos os estudos de caso, não ter passado por uma seleção mais minuciosa, tendo em vista que algumas questões abordavam conceitos (ou palavras específicas) que não foram abordados ao longo da explanação, ou apresentavam erros de digitação, bem como alternativas mais numerosas que o número de cartões que os alunos possuíam. Em alguns Testes Conceituais não aconteceu a fase de discussão entre os colegas devido à carência de sincronia entre a exposição e a questão proposta, ou ainda, devido à falta de precisão na explicação dos conceitos envolvidos.

Alguns conflitos que destacamos ao longo do trabalho, e resumimos anteriormente, não foram percebidos pelos futuros professores. Em destaque, apontamos que Olívia, em alguns episódios de ensino, realizou votações que não se adequavam ao modelo proposto pelo IpC (MAZUR e SOMER, 1997; CROUCH *et al.*, 2007), ou ainda, conduziu os estudantes para a etapa das discussões apesar de a maioria ter optado pela resposta incorreta. O resultado dessas discussões foi insatisfatório, os estudantes não convergiram para a resposta correta, manifestando, dessa forma, indícios de que não houve ganhos de aprendizagem.

Destacamos, dentro da categoria de **conflitos de papel**, que Olívia e Francisco enfrentaram problemas relacionados ao seu autoconceito. Segundo Beach e Pearson (Ibid.), professores novatos relatam dificuldades ao se posicionar entre a figura de “amigo” e de “autoridade”. Francisco optou por manter-se como figura de autoridade, procurando manter clara sua posição frente aos estudantes e não dando muita abertura para relações de amizade.

Por outro lado, Olívia oscilou entre os extremos de tal relação. Fato esse relacionado, principalmente, aos problemas de comportamento de seus estudantes. Notou-se que a presença do orientador do estágio fez com que Olívia optasse por maior formalidade e rigor na cobrança do silêncio de seus estudantes, já em sua ausência, não. Além disso, a presença do orientador do estágio, na figura de avaliador, fez com que Olívia e Francisco mostrassem-se mais apreensivos; havia, nitidamente, a ambiguidade entre ser “estudante” e ser “professor”.

Dentro da categoria de **conflitos institucionais**, Francisco manifestou, através de seu relato no trabalho de conclusão de curso e das entrevistas realizadas, que há um distanciamento entre a realidade vivenciada por ele e a fundamentação teórica que as disciplinas voltadas para o ensino lhe forneceram. Segundo Francisco, há um descompasso entre a teoria e a prática e que, apenas no estágio, foi possível perceber tais contrastes.

Percebemos, dessa forma, que há uma conexão entre o modelo proposto e as situações que Olívia e Francisco enfrentaram ao longo do estágio de docência e, em específico, da implementação do IpC. No Quadro 20 sintetizamos os principais conflitos detectados pelos graduandos, classificados de acordo com o modelo proposto por Beach e Pearson (Ibid.), e as situações que identificamos como as que os suscitam. Destacamos que os conflitos vivenciados por Olívia e Francisco, relacionados exclusivamente com o IpC, estão presentes em duas categorias, **conflitos pessoais** e **conflitos de instrução**.

As posturas adotadas por Olívia e Francisco frente aos conflitos vivenciados, percebidas através da observação das aulas e da análise dos trabalhos de conclusão de curso,

foram também destacadas no Quadro 20. Quando há um afastamento, ou uma rejeição, do conflito, Beach e Pearson (Ibid.) caracterizam essa estratégia como de **nível I**. Nessa categoria, os estagiários, geralmente, evitam lidar com os conflitos e as tensões. Por outro lado, as estratégias de **nível II** caracterizam-se por soluções para os conflitos com consequências de curto prazo, usualmente, são formuladas para mudar fatores externos. Quando o estagiário adota uma estratégia em que há um questionamento mais profundo em relação às crenças educacionais e às teorias de ensino, tem-se uma estratégia de **nível III**.

Quadro 20 – Síntese dos conflitos vivenciados por Olívia e Francisco

	Origem:	Postura adotada:	Nível:
Conflitos pessoais			
Olívia	Falta de concentração dos estudantes durante a explanação Dispersão por parte dos alunos na etapa das votações dos Testes Conceituais	Oscilou entre Autoritária, (algumas vezes tentando intimidar os alunos com a prova) e Persuasiva (esforçando-se para que os alunos se motivassem e compreendessem as questões propostas)	II
Francisco	Não ocorreram		
Conflitos Instrucionais			
Olívia	Inadequação dos Testes Conceituais Falta de explicações alternativas para as justificativas dos Testes Conceituais	Afastamento ou rejeição	I
Francisco	Inadequação dos Testes Conceituais	Afastamento ou rejeição (Em certa ocasião usou uma manobra diversionista, alegando erro de digitação onde não havia).	II
	Falta de domínio de conteúdo	Afastamento ou rejeição	I
Conflitos de papel e autoconceito			
Olívia	Presença do orientador de estágio nas aulas	Variou entre Formal e Rigorosa, na presença do orientador, e Descontraída, em sua ausência.	II
	Falta de colaboração dos estudantes em prestarem atenção nela, ou realizar as tarefas que ela indicou, seja a fonte	Valeu-se de recursos gestuais e apelos verbais	
Francisco	Presença do orientador de estágio nas aulas	Afastamento ou rejeição	I

Conflitos institucionais			
Olívia	Expectativas antagônicas sobre como deveria agir, em certas situações, por parte dos professores orientador e supervisor.	Oscilou entre Formal, na presença do orientador, e Descontraída, em sua ausência	II
Francisco	Relação entre teoria <i>versus</i> prática	Reflexão sobre a necessidade de incorporar mais cedo a prática docente	III

Os conflitos relacionados ao uso do IpC também foram destacados por Olívia e Francisco na entrevista realizada após o término do estágio de docência. Apesar de haver uma reflexão sobre os conflitos e as situações vivenciadas, nos relatos das aulas contidos nos trabalhos de conclusão, não ocorreu, espontaneamente, de maneira expressiva, uma argumentação sobre os fatores que influenciaram os conflitos, tão pouco uma reflexão sobre as atitudes tomadas ao longo dos episódios de ensino frente aos conflitos existentes.

Segundo Schön (1997), apenas após o episódio de ensino, quando o professor reflexivo olha retrospectivamente para a situação e começa a refletir *sobre a reflexão-na-ação*, é que o processo de *reflexão-na-ação* pode ser explicitado. A maneira como Olívia e Francisco enfrentaram as situações problemáticas oriundas da prática do IpC não mostram indícios de que houve uma *reflexão-na-ação*, ou seja, não houve uma reformulação do problema suscitado pela situação a fim de criar novas hipóteses, tão pouco a aplicação de tais novas hipóteses.

Para que os conflitos sejam percebidos de maneira mais crítica, é necessário adotar novas estratégias, a fim de auxiliar os estagiários que estão tendo um primeiro contato com o IpC. Uma alternativa seria registrar as aulas em vídeo e, passado o episódio de ensino, desenvolver um trabalho reflexivo sobre as situações enfrentadas em sala de aula. Através de uma reflexão conjunta sobre a prática, pode-se adquirir uma consciência sobre a origem dos problemas, bem como maneiras de resolvê-los. Ao desenvolver tais habilidades durante a formação inicial de professores seria possível facilitar a prática docente e, além disso, estimular que, ao inserir novas propostas didáticas, os professores desenvolvam práticas reflexivas. Mas também é importante destacar que o fato de Olívia e Francisco adotarem e manterem posturas positivas frente ao IpC pode ser resultado das mudanças que ocorreram nos últimos anos na Licenciatura, visando tornar o futuro professor mais crítico e reflexivo.

A dificuldade mais expressiva encontrada por Olívia e Francisco refere-se à dificuldade de encontrar Testes Conceituais adequados, a qual também foi reportada por professores no trabalho de Fagen *et al.* (2002). Uma possibilidade, pensando na prática do IpC por professores em formação inicial, é um acompanhamento mais próximo na etapa de seleção dos testes. Pode-se solicitar ao estagiário uma justificativa para cada alternativa do teste selecionado. Dessa forma, as conexões entre as respostas que o estagiário almeja com o teste e as respostas apresentadas pelos estudantes durante os episódios de ensino podem ser exploradas. Modificações nos Testes Conceituais encontrados também devem ser incentivadas, a fim de se ajustarem a realidade e aos objetivos de aprendizagem traçados nos planos de ensino. Além disso, pode-se pensar na construção de bancos de Testes Conceituais para o Ensino Médio.

Apesar de não manifestar-se como um conflito, cabe aqui ressaltar a maneira como o IpC foi utilizado por Olívia e Francisco. Ao longo do período de observação percebemos que o *feedback* quanto à aprendizagem dos conceitos compartilhados com os estudantes proporcionado pelo IpC não foi utilizado adequadamente. Em alguns Testes Conceituais, as votações indicavam que os estudantes não estavam compreendendo os conceitos envolvidos, em função do baixo índice de acertos. Nesse momento, segundo Mazur e Somer (1997) e Crouch *et al.* (2007), o professor deve retomar a apresentação do conceito. Para Gowin (1981) se o compartilhar significados não for alcançado, ou seja, se o professor e os alunos possuírem significados diferentes para um mesmo conceito, ele deve apresentar, outra vez e, preferencialmente de outra maneira, os significados; na sequência, o aluno deve externalizar novamente os significados que captou. Entretanto, Olívia e Francisco, em algumas situações, não retomaram a explanação do conceito; explicaram, apenas, a alternativa correta e, frequentemente, não utilizaram abordagens alternativas para a explicação do Teste Conceitual quando a dúvida dos alunos persistia. Uma estratégia adotada por Olívia e Francisco para a etapa das discussões dos testes foi solicitar que os estudantes justificassem suas respostas verbalmente. As falas dos estudantes também indicavam, com certa frequência, que o conceito abordado pelo teste não havia sido compreendido, pelo menos não a ponto de possibilitar uma argumentação verbal sustentável.

Segundo Gowin (1981), a principal função do professor é averiguar se os significados que o aluno compartilha são os mesmos que ele almeja. O IpC favorece o processo de compartilhar significados, bem como a verificação se tais significados estão de acordo com o esperado. Porém, devido à inexperiência de Olívia e Francisco, especialmente com o IpC, tal

vantagem não foi bem aproveitada ao longo das aulas. Incorporar a prática do IpC na disciplina de estágio de docência é, pois, importante para que os futuros professores usufruam de todos os benefícios que o método oferece e se desejamos modificar o ensino tradicional ainda hoje praticado nas escolas de nosso país.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É consenso que novas propostas metodológicas para o ensino de Física devem ser adotadas pelos professores a fim de modificar a visão que os estudantes têm da disciplina. A maneira como a Ciência, e em específico a Física, é abordada em ambientes formais de ensino, especialmente no contexto da educação básica brasileira, vem desmotivando os estudantes por décadas. Aulas extremamente expositivas que visam à resolução de problemas e a aprovação em exames para ingresso em universidades permeiam as escolas brasileiras, fazendo com que os alunos encarem a disciplina como uma mera memorização de fórmulas.

A pesquisa relatada nesta dissertação tenta, de maneira modesta, propor uma alternativa para o contexto relatado anteriormente. Nosso objetivo foi investigar a inserção do IpC no contexto de uma escola pública federal de Porto Alegre. Conforme apresentado, uma das ideias centrais do método é fazer com que os alunos interajam entre si ao longo das aulas, procurando explicar, uns aos outros, os conceitos estudados e aplicá-los na solução das questões conceituais apresentadas. Com isso, o método tenta ao máximo envolver ativamente os alunos na sua própria aprendizagem.

Nossa pesquisa foi subdividida em duas linhas de investigação. A primeira tencionava investigar a viabilidade do uso dos computadores do projeto UCA para a implementação do método IpC, avaliar a receptividade e a motivação dos estudantes em relação ao método e explorar a prática docente no âmbito escolar brasileiro. A segunda linha de investigação tinha por objetivos investigar a prática do IpC por alunos em formação inicial do curso de Licenciatura em Física e identificar quais os principais conflitos e dificuldades que o professor, com pouca prática docente, encontra ao utilizar esse método.

Através do primeiro estudo realizado, concluímos que é possível utilizar os *notebooks* do projeto UCA como sistema de votação e também encontramos, de maneira satisfatória, a convergência para a resposta correta dos testes propostos de maneira semelhante à apontada na literatura. Além disso, os alunos participantes do primeiro estudo exploratório mostraram-se motivados com a nova metodologia. A discussão entre os colegas, e o fato de as aulas terem se tornado menos cansativas para os alunos, foram comentários frequentes quando indagados sobre os aspectos positivos da metodologia.

A forma com que os UCAs foram utilizados ao longo do estudo favoreceu a mudança parcial de opinião dos estudantes a respeito dessas ferramentas. Alguns destacaram que

os UCAs, na experiência didática proposta na disciplina de Física, funcionaram de maneira satisfatória. Entretanto, é importante destacar que para que seu uso como sistema de votação para o IpC fosse possível, foi necessário tomar algumas medidas preventivas, as quais tornaram o trabalho do professor e do pesquisador bastante cansativo, principalmente no que se refere às condições técnicas e de infraestrutura. Foi imprescindível testar e carregar as baterias de todos os *notebooks* antes dos encontros, pois, em média, a autonomia dos UCAs utilizados situava-se em torno de duas horas. Além disso, foi necessário levá-los para a sala de aula, visto que eram armazenados em uma sala específica na escola, intensificando ainda mais o trabalho do pesquisador e do professor para organizar os episódios de ensino.

Dessa forma, ao analisarmos a viabilidade do uso das UCAs concluímos que, apesar desses equipamentos poderem ser utilizados para implementar o método IpC, de fato, em condições em que o professor não conta com suporte de um técnico para organização e tem várias turmas para atender, não é viável utilizá-los. Em outras palavras, um professor que atua sozinho em sala de aula teria seu trabalho significativamente aumentado ao utilizar os *notebooks* educacionais como ferramentas de votação para o IpC.

As ações tomadas, descritas anteriormente, foram necessárias para o bom andamento da aula. Contudo, outras medidas que não foram adotadas ao longo da pesquisa podem ser incluídas como, por exemplo, bloquear o acesso às redes sociais ou *sites* indesejados, evitando, assim, uma possível dispersão da atenção dos alunos.

Tendo em vista que boa parte dos comentários negativos dos estudantes são a respeito dos UCAs, e também que a maior dificuldade de implementação em sala de aula do IpC estava relacionada com as especificações técnicas dos *notebooks* utilizados, uma questão pertinente seria analisar as vantagens deles em relação aos *clickers*, por exemplo. Em linhas gerais, os *clickers* são dispositivos que possuem uma finalidade muito específica, qual seja, permitir votações eletrônicas. A convergência de funções encontradas em dispositivos com acesso à internet, tais como computadores pessoais e *smartphones*, simplesmente não é possível com os *clickers*. Assim, eles passariam a ser mais um aparelho que os alunos teriam que utilizar em salas de aula em que os UCAs já estão disponíveis.

Acreditamos que a melhor estratégia ainda seria investir em apenas um equipamento que pudesse ser usado para diversos fins, mas com melhores especificações técnicas do que os UCAs atuais. Um exemplo disso são os *tablets* que, mesmo em versões mais econômicas, possuem, em média, um tempo maior de duração da carga da bateria (cerca de dez horas) e,

devido a seu peso e dimensões, oferecem uma mobilidade superior aos *notebooks*. Nesse contexto, pode então ser muito bem-vinda a notícia divulgada no portal do MEC⁹⁰, onde é enunciado que o Governo Federal já distribuiu os *tablets* para 18 universidades federais participantes do Programa Nacional de Tecnologia Educacional. O MEC adquiriu 5 mil unidades do equipamento, a serem usadas em cursos de formação dos coordenadores. Após o curso, eles treinarão multiplicadores, que serão os responsáveis por capacitar professores do ensino médio. Isso leva a crer que, em breve, esse recurso também chegará às mãos dos alunos, facilitando a possibilidade de inserção do IpC em escolas de nível médio do país, contribuindo de forma eficaz para a melhoria do ensino.

Todavia, reiteramos que são necessárias medidas políticas e pedagógicas que aproveitem ao máximo as potencialidades dessas ferramentas. Treinamento para os professores, bem como o acompanhamento dos projetos desenvolvidos nas escolas, são de extrema importância. Apenas a presença de *notebooks*, ou até mesmo dos *tablets*, em sala de aula, não promoverá o alcance dos resultados de aprendizagem pretendidos. É necessário que tais ferramentas sejam utilizadas por professores capacitados e cientes de suas potencialidades.

Em nossa segunda linha de investigação, almejávamos explorar a prática do IpC por professores em formação inicial através de dois estudos de caso do tipo descritivo. Tal etapa durou, aproximadamente quatro meses. Antes do período de regência, que durou um mês, aproximadamente, acompanhamos os encontros semanais da disciplina de estágio docente e pudemos ter um contato mais próximo com os futuros professores. Os casos selecionados não tinham experiência docente em nível médio, além disso, optaram por turmas de terceiros anos, na mesma instituição de ensino em que ocorreu o Estudo 1 e possuíam características opostas, conforme já relatamos.

Observamos todas as aulas em que os graduandos utilizaram o IpC. Além de anotações no caderno de campo, todas as aulas observadas foram gravadas em vídeo (aproximadamente 18 horas de gravação), auxiliando o pesquisador na transcrição de falas e situações. Ao final de cada aula, as análises da gravação, e das anotações do caderno de campo, foram realizadas e resumidas em relatórios de observação e quadros de síntese interpretativa, que compõem as subseções 4.3.2 e 4.3.4.

⁹⁰Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=18241: ministro-entrega-tablets-para-iniciar-formacao-de-professor-do-ensino-medio&catid=372: agenda](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=18241:ministro-entrega-tablets-para-iniciar-formacao-de-professor-do-ensino-medio&catid=372:agenda). Acesso em: 29/01/2013.

Através das observações, das entrevistas realizadas (antes e após o período de regência) e da análise dos trabalhos de conclusão de curso dos graduandos, concluímos que os principais conflitos vivenciados pelos graduandos relacionaram-se, especialmente, à escolha dos Testes Conceituais e ao comportamento dos estudantes durante a etapa da votação nos Testes Conceituais. Com o intuito de dar um suporte ao longo da implementação do IpC para professores em formação inicial, apontamos que uma possibilidade é um acompanhamento mais próximo na etapa de seleção dos testes. Pode-se solicitar ao graduando uma justificativa para cada alternativa do teste selecionado, para que dessa forma, as conexões entre as respostas que o estagiário almeja com o teste selecionado e as respostas apresentadas pelos estudantes durante os episódios de ensino sejam exploradas e para que o estagiário se prepare melhor e se sinta menos inseguro. Além disso, indicamos que modificações nos Testes Conceituais encontrados também devem ser incentivadas, a fim de se ajustarem à realidade e aos objetivos de aprendizagem traçados nos planos de ensino.

Quanto às vantagens apontadas, destacam-se a discussão entre os estudantes sobre tópicos de Física e o engajamento dos estudantes em sua própria aprendizagem e, especialmente, o desenvolvimento da capacidade de argumentação, uma competência bastante apreciada pelo mercado de trabalho. A mudança na postura dos estudantes, percebida por nossos sujeitos de pesquisa, indicam que o IpC pode, efetivamente, proporcionar mudanças em termos de motivação para aprender Física e do engajamento dos alunos. Por outro lado, em relação às limitações, os graduandos destacaram a necessidade de tempo para refletir sobre os Testes Conceituais. Salientamos que não basta tempo para refletir, é preciso que tal processo envolva a exploração de explicações alternativas para a questão conceitual. Em muitas situações descritas ao longo do segundo estudo, os graduandos não haviam se preparado para explicar os testes de maneira diferenciada e isso comprometeu a eficácia do método.

Os testes devem fornecer aos alunos a oportunidade para descobrirem e retificarem seus erros e não devem recorrer unicamente à memória, tampouco a aplicações numéricas de fórmulas. Conforme já mencionamos, é necessário que haja um acompanhamento por parte do professor orientador do estágio na etapa da seleção das questões, visando à reflexão destas.

A opinião dos graduandos em relação ao IpC é fortemente embasada em suas experiências como discentes. Ambos apresentaram-se adversos a aulas expositivas tradicionais e a resolução excessiva de problemas numéricos. Além disso, foi possível perceber que a adoção do IpC teve como intuito, além de dar uma abordagem mais conceitual

para os tópicos de física apresentados, motivar os estudantes durante as aulas e promover uma aprendizagem mais significativa, e quiçá, mais significativa.

Os graduandos mantiveram, mesmo após a implementação do IpC, uma atitude favorável ao IpC. Suas experiências proporcionaram uma perspectiva de avaliação do método e, através dos resultados encontrados em nossa pesquisa, é possível perceber que houve uma reflexão quanto ao uso futuro do IpC, apesar dos conflitos e das dificuldades enfrentadas, eles mantiveram uma postura favorável e pretendem continuar utilizando o método em oportunidades vindouras.

Tais resultados apontam uma esperança de que o IpC seja adotado mais frequentemente nas disciplinas de estágio de docência e que novos professores formem-se tendo em sua “bagagem” profissional a experiência de já ter ministrado aulas com tal metodologia e, com isso, se instale um ambiente propício à mudança e à melhoria do ensino. Dessa forma, acreditamos que a prática do IpC por professores em formação inicial promova, quando estes assumirem a regência de turmas em escolas, uma renovação nas metodologias utilizadas.

Como perspectiva de continuação do trabalho, pretendemos avaliar mudanças na prática dos professores de Física em relação às metodologias de ensino utilizadas. Mais especificadamente, almejamos investigar as possíveis mudanças nas atitudes didáticas de professores de Física em decorrência do uso do IpC.

6. REFERÊNCIAS

- AJZEN, I. **Attitudes, personality and behavior**. Bristol: Open University Press. 1991
- BEACH, R.; PEARSON, D. Changes in preservice teachers' perceptions of conflicts and tensions. **Teaching & Teacher Education**, v. 14, n. 3, p. 337-51. 1998.
- BEJARANO, N. R. R.; CARVALHO, A. M. P.; Professor de ciências, suas crenças e conflitos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 3, p. 257-280. 2003.
- BEJARANO, N. R. R.; CARVALHO, A. M. P.; A história de Eli. Um professor de Física no início de carreira. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 165-178. 2004.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC; SEMT, 1999.
- BRASIL. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.
- BUTCHART, S; HANDFIELD, T; RESTALL, G. Using Peer Instruction to teach Philosophy, Logic and Critical Thinking. **Teaching Philosophy**, v. 32, n. 1. p. 1-40. 2009.
- CAMARGO, S.; NARDI, R. Formação de Professores de Física: os Estágios Supervisionados Como Fonte de Pesquisa Sobre a Prática de Ensino. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 3, p. 35-55. 2003.
- CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o Ensino de Ciências. In: Carvalho, A. M. P. **Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- CROUCH, C.H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970-977. 2001.
- CROUCH, C.H.; WATKINS, J.; FAGEN, A.P.; MAZUR, E. Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once. **Research-Based Reform of University Physics**, v. 1, p. 1-55. 2007.
- CUMMINGS, K.; ROBERTS, S. G.; HENDERSON, C.; SABELLA, M.; HSU, L. A Study of Peer Instruction Methods with High School Physics Students. **Physics Education Research Conference**, Edmonton, Canada. vol. 1064 of PER Conference. p. 103-106. 2008
- DANCY, M.; HENDERSON, C. Pedagogical practices and instructional change of physics faculty. **American Journal of Physics**, v.78, n. 10. 2010
- DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. Coleção Educação Contemporânea. 8 ed. Campinas. São Paulo: Autores Associados, 2007.
- FAGEN, A. P; CROUCH, C. H. Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms. **The Physics Teacher**, v. 40, n. 4, p. 206-209. 2002.

GOWIN, D. B. **Educating**. Ithaca: NY, Cornell University Press, 1981. 210 p.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Um referencial teórico-metodológico para o desenvolvimento de pesquisas sobre atitude: a Teoria do Comportamento Planejado de Ickek Ajzen. **Revista Electrónica de Investigación en Educación em Ciências (En línea)**, v. 7, p. 22.2012.

LASRY, N. Clickers or Flashcards: Is There Really a Difference? **The Physics Teacher**, v. 46, n. 4, p. 242-244. 2008.

MAZUR, E.; SOMERS, M. D. **Peer instruction: A user's manual**. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 1997. 253 p.

MAZUR, E.; WATKINS, J. Using JITT with Peer Instruction. **In: Just in Time Teaching Across the Disciplines**. Ed. Scott Simkins and Mark Maier, p. 39-62, 2009.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem** (2ªed.). São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2011.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino** (1ªed.). São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MÜLLER, M. G.; BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Implementação do método de ensino Peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto UCA em aulas de Física do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 491-524. 2012.

NICOL, D. J.; BOYLE, J. T. Peer instruction versus class-wide discussion in large classes: a comparison of two interaction methods in the wired classroom. **Studies in Higher Education**, v.28, n.4, p.457-473. 2003.

NOVAK, G. M.; MIDDENDORF, J. Just-in-Time Teaching: 21st Century Pedagogies. **What works, what matters, what lasts**. Vol. 4. 2004.

NOVAK, G. M.; PATTERSON, E. T.; GAVRIN, A. D.; CHRISTIAN, W. **Just-In-time teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River, N. J. Prentice Hall, 1999. 188 p.

PASSOS, A. M.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. O campo formação de professores: um estudo em artigos de revistas da área de Ensino de ciências no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.15, n. 1, p. 219-255. 2010.

REZENDE, F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v.2, n. 1, p. 1-18. 2002.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F.; FERRAZ, G. Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 1402, (2009).

ROGERS, C. R. **Freedom to learn**. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill, 1969. 358p.

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. **In: NÓVOA, A. (Org.) Os professores e a sua formação.** Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997. p.78-91.

TURPEN, C.; FINKELSTEIN, N. Understanding How Physics Faculty Use Peer Instruction. **In: *Proceedings of the 2007 Physics Education Research Conference*, 2007. p.204-207**

VALENTE, J. A. Diferentes Usos do Computador na Educação, **Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação**, 1ª ed, v. 1, p. 24-44. 1993.

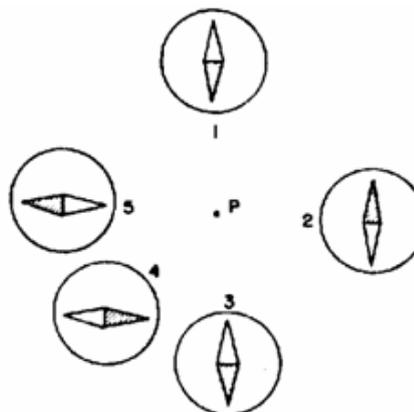
YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos** (3ª ed.). São Paulo: Bookman, 2005. 234 p.

APÊNDICE A

Abaixo apresentamos alguns exemplos de Testes Conceituais propostos aos estudantes do primeiro estudo.

- Teste Conceitual – Aula 01

(UFRGS) Um fio retilíneo e muito longo, percorrido por uma corrente elétrica constante, é colocado perpendicularmente ao plano da página no ponto P. Se o campo magnético da Terra é desprezível em relação ao produzido por essa corrente, qual o número que indica corretamente o alinhamento da agulha magnética?



- (a) 1
- (b) 2
- (c) 3
- (d) 4
- (e) 5

- Teste Conceitual – Aula 2

(PUC-RS) Uma espira circular é colocada sobre o mostrador de um relógio (antimagnético) com os centros coincidindo. Na espira há uma corrente elétrica que circula no sentido horário. Sobre o vetor campo magnético no centro do relógio pode-se afirmar que:

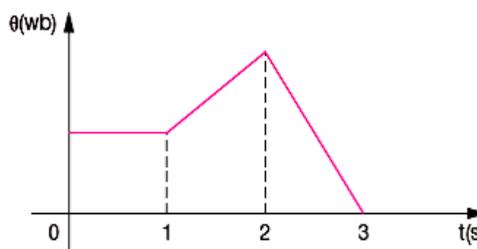
- (a) é nulo
- (b) tem sentido para dentro, segundo o eixo do relógio
- (c) é perpendicular ao eixo
- (d) tem sentido para fora, segundo o eixo do relógio
- (e) é impossível determinar o sentido deste vetor campo magnético

- Teste Conceitual – Aula 06

(UEL-PR, modificada) Uma espira circular está imersa em um campo magnético. O gráfico representa o fluxo magnético através da espira em função do tempo.

O intervalo de tempo em que **não** aparece na espira uma corrente elétrica induzida é de:

- (a) 1s a 3s, somente
- (b) 0s a 1s, somente
- (c) 0s a 3s, somente
- (d) 2s a 3s, somente
- (e) 1s a 2s, somente



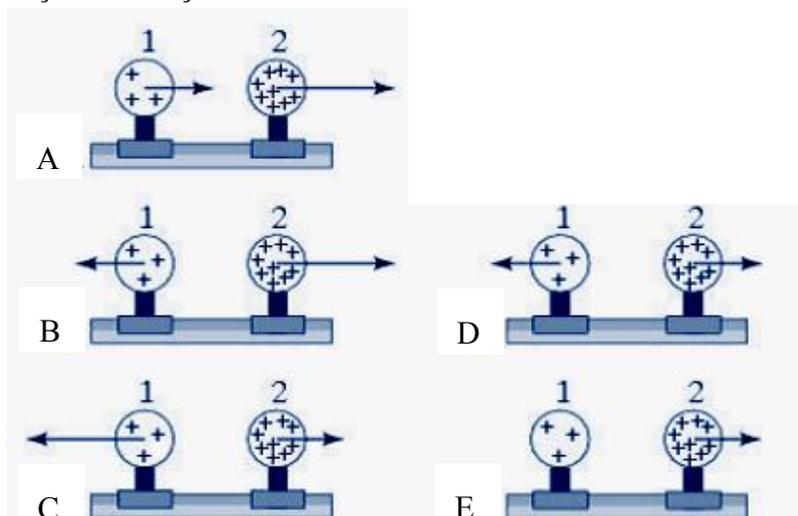
APÊNDICE B

Este apêndice contém os Testes Conceituais utilizados pela Olívia e pelo Francisco. Cada questão é identificada pela nomenclatura OAn_Tn, onde ‘OAn’ representa o número da aula da Olívia e ‘Tn’ representa o número do Teste Conceitual. No caso do Francisco, temos a nomenclatura FAn_Tn.

OA1_T1 – Ao retirar uma caneta “bic” do casaco de lã, percebe-se que ela é capaz de atrair pedaços de papel picado que estão sobre a mesa. Se a caneta estiver carregada negativamente, pode-se afirmar que:

- A) o casaco ficou carregado positivamente
- B) o casaco ficou carregado negativamente
- C) o casaco ficou neutro
- D) nada se pode afirmar

OA1_T2 – Duas esferas condutoras, uniformemente carregadas, são presas e eletricamente isoladas sobre discos. O atrito entre os discos e a mesa é desprezível. A carga na esfera 2 é 3 vezes maior que a carga na esfera 1. Que diagrama de forças mostra corretamente a magnitude e direção das forças eletrostáticas?

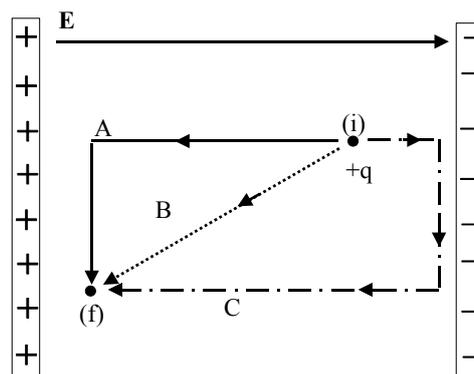


OA1_T3 – O que significa dizer que o carro tem uma bateria de 12 V?

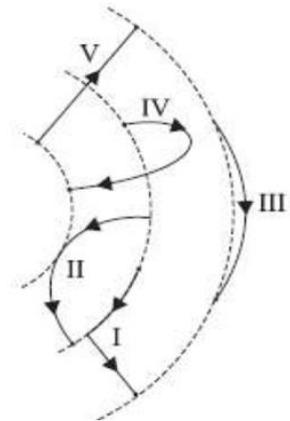
- A) que a bateria dura 12 horas
- B) que o potencial em um dos terminais da bateria está a 12V acima do potencial do outro
- C) que o potencial nas extremidades é 6V
- D) que o potencial nas extremidades é 12 V

OA2_T1 – Uma carga de prova pode ser movida de um ponto inicial (i) para um ponto final (f) por caminhos diferentes como mostra a Figura, qual caminho necessita maior trabalho?

- A) A
- B) B
- C) C
- D) Todos os caminhos necessitam do mesmo trabalho.

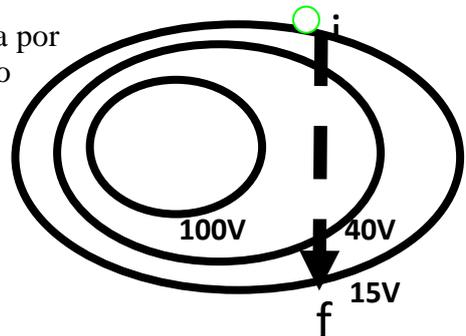


OA2_T2 – Na figura, as linhas tracejadas representam superfícies equipotenciais de um campo elétrico; as linhas cheias I, II, III, IV e V representam cinco possíveis trajetórias de uma partícula de carga q , positiva, realizadas entre dois pontos dessas superfícies, por um agente externo que realiza trabalho mínimo. A trajetória em que esse trabalho é maior, em módulo, é:



- A) I.
- B) II.
- C) III.
- D) IV.
- E) V.

OA2_T3 – A carga teste da Figura, é positiva e é levada por agentes externos do ponto A para o ponto B. O trabalho realizado pelo agente externo é:



- A) positivo
- B) negativo
- C) zero
- D) nada pode ser dito.

OA2_T4 – A diferença de potencial é zero em um ponto qualquer do espaço. Você conclui que:

- A) o campo elétrico é zero em qualquer ponto
- B) o campo elétrico é diferente de zero em qualquer ponto
- C) você não pode concluir nada sobre o campo elétrico em qualquer ponto
- D) nenhuma das alternativas anteriores

OA2_T5 – A diferença de potencial é zero em um ponto qualquer do espaço. Você pode concluir que:

- A) o campo elétrico é constante em módulo em qualquer ao longo da linha
- B) o campo elétrico é constante em módulo em qualquer ponto da linha
- C) você não pode concluir nada sobre o módulo do campo elétrico em qualquer ponto da linha
- D) nenhuma das alternativas anteriores

OA3_T1 – Qual a carga líquida de um capacitor carregado?

- A) zero
- B) $2Q$
- C) Q/V
- D) nenhuma das anteriores.

OA3_T2 – (FUVEST-SP) Um capacitor plano tem uma capacitância C . Entre suas armaduras há uma distância d . Qual será sua capacidade se a distância entre suas placas for aumentada para $2d$?

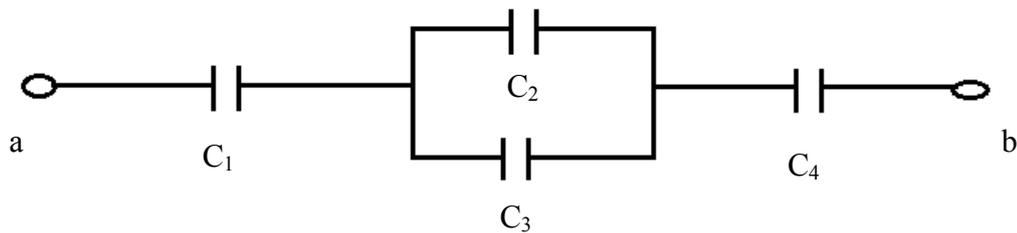
- A) aumenta 2 vezes
- B) diminui duas vezes
- C) triplica
- D) não modifica

E) nada pode ser dito

OA3_T3 –(Mackenzie) A capacitância de um capacitor aumenta quando um dielétrico é inserido preenchendo todo o espaço entre suas placas. Tal fato ocorre por que:

- A) cargas extras são armazenadas no dielétrico
- B) átomos do dielétrico absorvem elétrons da placa negativa para completar suas camadas eletrônicas externas
- C) as placas agora podem passar da placa positiva para a parte negativa
- D) a polarização do dielétrico reduz o campo elétrico no interior do capacitor
- E) o dielétrico aumenta a intensidade do campo elétrico

OA3_T5 –Se carregarmos a associação de capacitores da figura, até que a diferença de potencial entre os pontos a e b atinja um valor V , podemos afirmar com certeza:

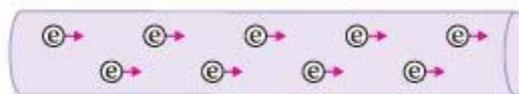


- A) a carga elétrica em cada capacitor é a mesma
- B) a carga elétrica armazenada no capacitor 1 é igual a carga elétrica armazenada no capacitor 2
- C) a carga elétrica armazenada no capacitor 1 é igual a carga elétrica armazenada no capacitor 4
- D) a carga elétrica armazenada no capacitor 1 é menor a carga elétrica armazenada no capacitor 2
- E) a carga elétrica armazenada no capacitor 1 é menor a carga elétrica armazenada no capacitor 4

OA4_T1 –(Unifesp) Uma das grandezas que representa o fluxo de elétrons que atravessa um condutor é a intensidade da corrente elétrica, representada pela letra i . Trata-se de uma grandeza:

- A) Vetorial, porque ela sempre se associa a um módulo, uma direção e um sentido.
- B) Escalar, porque é definida pela razão e duas grandezas escalares: carga elétrica e tempo.
- C) Vetorial, porque a corrente elétrica se origina da ação do vetor campo elétrico que atua no interior do condutor.
- D) Escalar, porque o eletromagnetismo só pode ser descrito por grandezas escalares.
- E) Vetorial, porque as intensidades das correntes que convergem em um só nó sempre se somam vetorialmente.

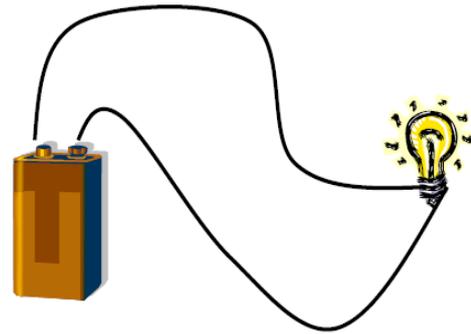
OA4_T2 –Observe a ilustração do movimento de elétrons livres no interior de um fio condutor. Para se obter um movimento como o representado na figura acima é necessário:



- A) colocar o fio na vertical para que os elétrons caiam sob a ação do campo gravitacional da Terra
- B) fazer a ligação das extremidades do fio em uma bateria que proporcione uma diferença de potencial, sendo que na extremidade esquerda deve ficar o pólo positivo
- C) aplicar no fio um campo elétrico horizontal e para a esquerda
- D) nenhuma das anteriores

OA4_T3 – Na figura abaixo está representado um circuito elétrico simples, composto por uma bateria, fios de conexão e uma lâmpada. Sobre o circuito mostrado, marque a única alternativa correta.

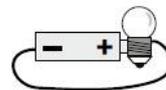
- A) a corrente elétrica não é consumida e circula, inclusive, dentro da bateria
- B) a quantidade de elétrons na corrente antes da lâmpada é menor que depois da mesma
- C) a corrente elétrica é formada por íons que circulam em sentidos contrários
- D) elétrons são criados no pólo negativo e circulam, fora da bateria, em direção ao pólo positivo, onde são consumidos



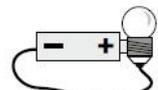
OA5_T1 – (UFMG - 2010) Um professor pediu a seus alunos que ligassem uma lâmpada a uma pilha com um pedaço de fio de cobre. Nestas figuras, estão representadas as montagens feitas por quatro estudantes:

Considerando-se essas quatro ligações, é CORRETO afirmar que a lâmpada vai acender apenas:

- A) na montagem de Mateus
- B) na montagem de Pedro
- C) Nas montagens de João e Pedro
- D) Nas montagens de Carlos, João e Pedro.



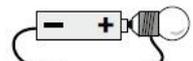
Carlos



João

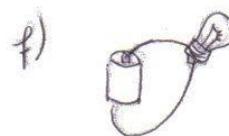
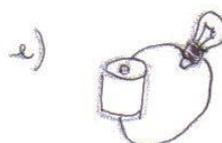
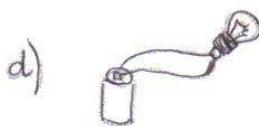
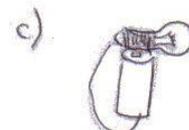
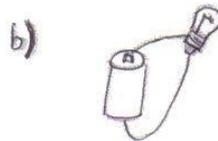
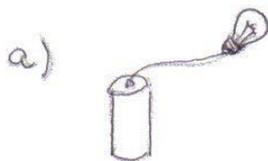


Mateus



Pedro

OA5_T2 – (avaliação Fap-USP) As figuras apresentam seis maneiras de ligar um lâmpada de lanterna, utilizando fios de cobre. Em qual das opções a lâmpada acende?



OA5_T3 – (UFF 2010) Duas lâmpadas incandescentes A e B são ligadas em série a uma pilha, conforme mostra a figura 1. Nesse arranjo, A brilha mais que B. Um novo arranjo é feito, onde a polaridade da pilha é invertida no circuito, conforme mostrado na figura 2. Assinale a opção que descreve a relação entre as resistências elétricas das duas lâmpadas e as suas respectivas luminosidades na nova situação.

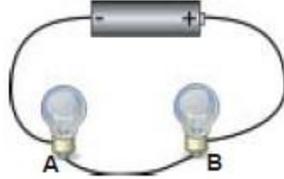


figura 1

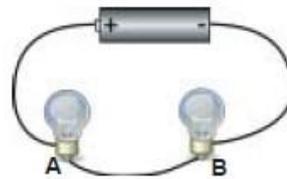
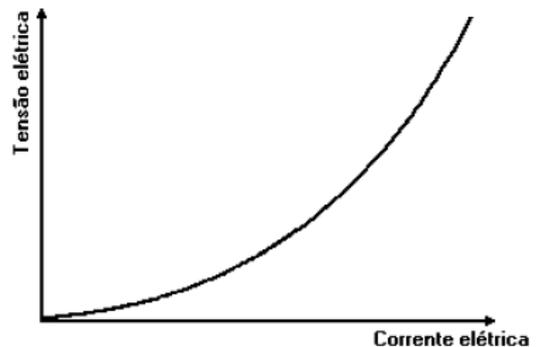


figura 2

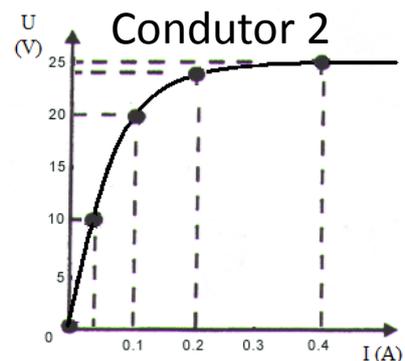
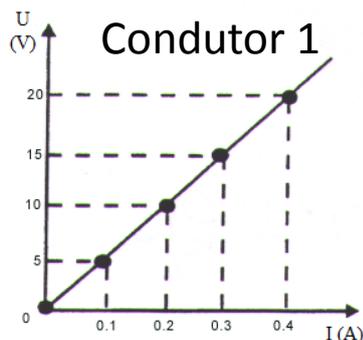
- A) as resistências elétricas são iguais e, na nova situação, A brilha menos que B
- B) A tem maior resistência elétrica e, na nova situação, brilha menos que B
- C) A tem menor resistência elétrica e, na nova situação, brilha mais que B
- D) A tem menor resistência elétrica e, na nova situação, brilha menos que B
- E) A tem maior resistência elétrica e, na nova situação, brilha mais que B

OA5_T4 – (UFMG – 1995-modificada) O gráfico a seguir mostra como varia a tensão elétrica em um resistor mantido a uma temperatura constante em função da corrente elétrica que passa por esse resistor. Com base nas informações contidas no gráfico, é correto afirmar que:

- A) a corrente elétrica no resistor é diretamente proporcional à tensão elétrica
- B) a resistência elétrica do resistor aumenta quando a corrente elétrica aumenta
- C) a resistência do resistor tem o mesmo valor qualquer que seja a tensão elétrica
- D) nenhuma das anteriores

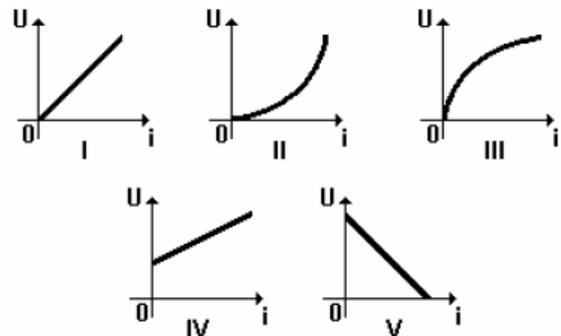


OA5_T5 – Numa das aulas experimentais, foram efetuadas várias medições da intensidade da corrente que atravessava dois condutores elétricos (A e B), quando sujeitos a diferenças de potencial diferentes. Com os valores obtidos, construíram-se os gráficos apresentados em baixo.



- A) O condutor 1 é um condutor ôhmico
- B) O condutor 2 é um condutor ôhmico
- C) O condutor 2 é um condutor ôhmico em uma faixa de corrente
- D) Nenhum dos condutores é ôhmico
- E) Nada se pode afirmar

OA5_T6 – (Puccamp) Considere os gráficos a seguir, que representam a tensão (U) nos terminais de componentes elétricos em função da intensidade da corrente (i) que os percorre. Dentre esses gráficos, pode-se utilizar para representar componentes ôhmicos SOMENTE:



- A) I
- B) I e IV
- C) I, II e III
- D) I, II e IV
- E) I, IV e V

FA1_T1 – (UFAM) Duas pequenas esferas metálicas iguais, eletricamente carregadas com cargas $4q$ e $-2q$ estão inicialmente separadas por uma distância d e se atraem eletrostaticamente. Colocando-as em contato, e em seguida, afastando-as de $2d$, a razão entre as intensidades das forças de interação nas situações final e inicial é de:

- A) $1/16$
- B) $1/32$
- C) $1/12$
- D) $1/6$
- E) $1/8$

FA1_T2 – Em tempestades, quando ocorre a descarga elétrica que se caracteriza como o raio, pode-se afirmar que:

- A) A corrente elétrica é constante
- B) O potencial elétrico é constante
- C) O campo elétrico é uniforme
- D) A rigidez elétrica do ar é rompida
- E) A resistência do ar é uniforme

FA1_T3 – Supondo que um condutor esférico de raio R tenha uma capacidade C . Se o raio for duplicado, o que acontecerá com a capacidade elétrica dele?

- A) Vai aumentar um pouco
- B) Vai diminuir um pouco
- C) Vai dobrar de valor
- D) Vai ter seu valor reduzido pela metade
- E) Vai permanecer igual

FA1_T4 – (PUC-2000) Se dobrarmos a carga acumulada nas placas de um capacitor, a diferença de potencial entre suas placas ficará:

- A) Multiplicada por quatro
- B) Multiplicada por dois
- C) Dividida por quatro

- D) Dividida por dois
- E) Igual

FA2_T1 – A capacidade de um capacitor aumenta quando um dielétrico é inserido preenchendo todo o espaço entre suas armaduras. Tal fato ocorre por que:

- A) cargas extras são armazenadas no dielétrico;
- B) as cargas agora podem passar da placa positiva à negativa do capacitor;
- C) a polarização do dielétrico reduz a intensidade do campo elétrico no interior do capacitor;
- D) o dielétrico aumenta a intensidade do campo elétrico

FA2_T2 – (FEI-SP) Associando-se quatro capacitores de mesma capacidade de todas as maneiras possíveis, as associações de maior e de menor capacidade são respectivamente:

- A) Dois a dois em série ligados em paralelo e dois a dois em paralelo ligados em série
- B) Dois a dois em série ligados em paralelo e os quatro em série.
- C) Os quatro em paralelo e dois a dois em paralelo ligados em série.
- D) Os quatro em série e os quatro em paralelo.
- E) Os quatro em paralelo e os quatro em série.

FA2_T3 – Um capacitor plano está carregado e está desligado da bateria. Suponha que reduzíssemos a distância entre as armaduras. Nestas condições, qual a afirmativa que está *errada*:

- A) a voltagem entre as armaduras diminui
- B) a capacidade do capacitor aumenta
- C) a carga nas armaduras não varia
- D) a energia armazenada no capacitor aumenta

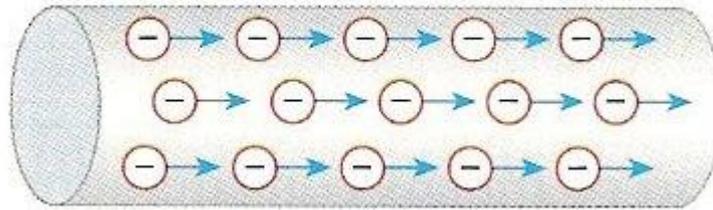
FA3_T1 – (Adaptado de Uneb-BA) A corrente elétrica em um condutor metálico é resultado do movimento de:

- A) prótons, no sentido oposto ao sentido convencional da corrente
- B) elétrons, no sentido oposto ao sentido convencional da corrente
- C) elétrons, no mesmo sentido convencional da corrente
- D) prótons, no mesmo sentido convencional da corrente

FA3_T2 – (Unifesp) Uma das grandezas que representa o fluxo de elétrons que atravessa um condutor é a intensidade da corrente elétrica, representada pela letra *i*. Trata-se de uma grandeza:

- A) vetorial, porque a ela sempre se associa um módulo, uma direção e um sentido
- B) escalar, porque é definida pela razão entre grandezas escalares: carga elétrica e tempo
- C) vetorial, porque a corrente elétrica se origina da ação do vetor campo elétrico que atua no interior do condutor
- D) escalar, porque o eletromagnetismo só pode ser descrito por grandezas escalares
- E) vetorial, porque as intensidades das correntes que convergem em um só nó sempre se somam vetorialmente

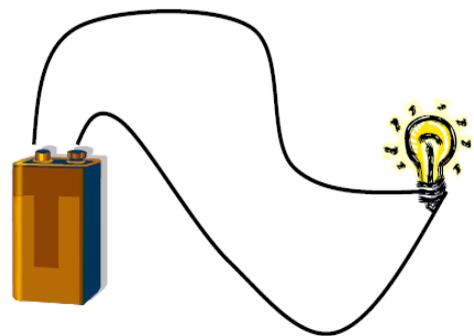
FA3_T3 – Observe a ilustração do movimento de elétrons livres no interior de um fio condutor. Para se obter um movimento como o representado na figura acima é necessário:



- A) colocar o fio na vertical para que os elétrons caiam sob a ação do campo gravitacional da Terra
- B) fazer a ligação das extremidades do fio em uma bateria que proporcione uma diferença de potencial, sendo que na extremidade esquerda deve ficar o pólo positivo
- C) aplicar no fio um campo elétrico horizontal e para a esquerda

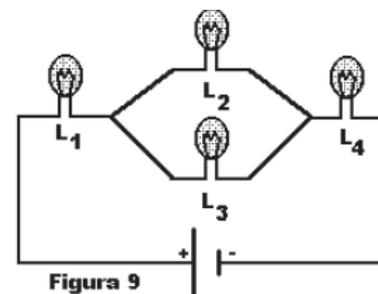
FA3_T4 – Na figura abaixo está representado um circuito elétrico simples, composto por uma bateria, fios de conexão e uma lâmpada. Sobre o circuito mostrado, marque a única alternativa correta.

- A) A corrente elétrica não é consumida e circula, inclusive, dentro da bateria.
- B) A quantidade de elétrons na corrente antes da lâmpada é menor que depois da mesma.
- C) A corrente elétrica é formada por íons que circulam em sentidos contrários.
- D) Elétrons são criados no pólo negativo e circulam, fora da bateria, em direção ao pólo positivo, onde são consumidos.



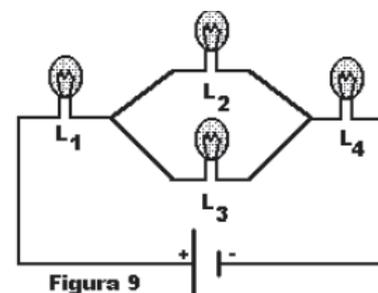
FA4_T1 – No circuito da figura 9 o brilho de L_1 é:

- A) igual ao de L_4
- B) maior do que L_4
- C) menor do que L_4



FA4_T2 – No circuito da figura 9 o brilho de L_2 é:

- A) igual ao de L_4
- B) maior do que L_4
- C) menor do que L_4



FA4_T3 – Quando se compara o brilho de L_1 nos circuitos 9 e 10 ele é:

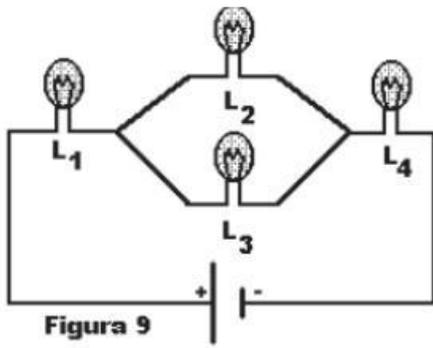


Figura 9

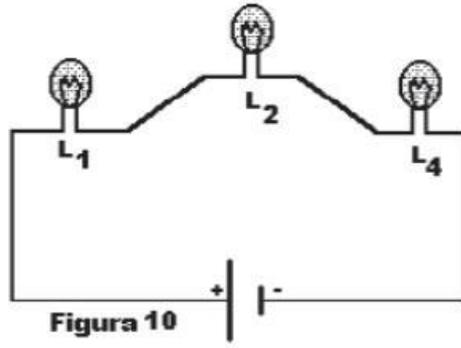


Figura 10

- A) maior no circuito 10
- B) menor no circuito 10
- C) o mesmo nos dois

FA4_T4 – Quando se compara o brilho de L_4 nos circuitos 9 e 10 ele é:

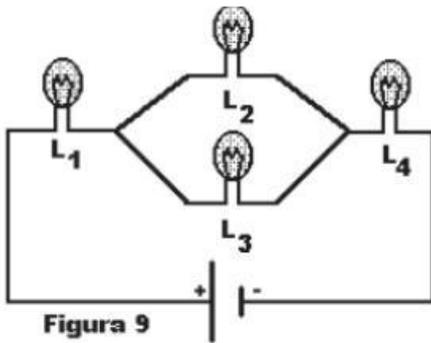


Figura 9

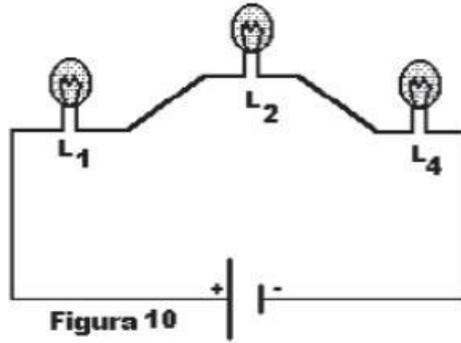


Figura 10

- A) maior no circuito 10
- B) menor no circuito 10
- C) o mesmo nos dois

FA4_T5 – No circuito da figura 11:

- A) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho que é menor do que o de L_3 .
- B) L_1 brilha mais do que L_2 e do que L_3 .
- C) L_1 , L_2 e L_3 brilham igualmente.

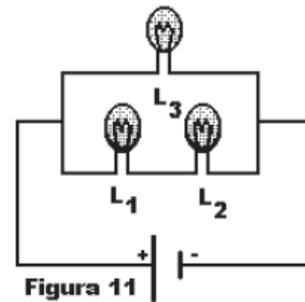


Figura 11

FA4_T6 – No circuito da figura 6, R é um resistor e I é um interruptor que está aberto. Ao fechar o interruptor:

- A) L continua brilhando como antes.
- B) L deixa de brilhar.
- C) L diminui seu brilho, mas não apaga.

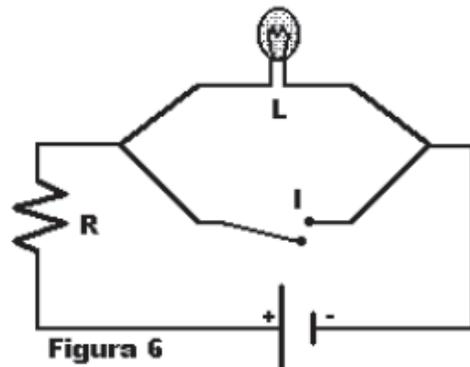


Figura 6

APÊNDICE C

Neste apêndice apresentamos o questionário que os alunos responderam sobre o UCA e sobre o método IpC, assim como o roteiro da entrevista semiestruturada realizada.

- Questionário sobre o uso do UCA e o método IpC

Esse questionário continha duas partes, uma relativa ao UCA (itens 1 a 8) e outra relativa ao método IpC (itens 9 a 14). Os itens 1 a 7 são afirmativas de múltipla escolha, sobre as quais o aluno deveria manifestar a sua opinião em uma escala de cinco níveis (Concordo Fortemente, Concordo, Indiferente, Discordo e Discordo Fortemente) e um item com resposta aberta do tipo dissertativa, com os seguintes enunciados:

- 01 - Acho útil utilizar o UCA em sala de aula.
- 02 - O uso do UCA, em sala de aula, me motiva a aprender.
- 03 - Os UCAs são uma distração em sala de aula.
- 04 - Tenho facilidade em manusear o UCA.
- 05 - Aprendo mais com aulas tradicionais (com o uso de quadro negro e giz).
- 06 - Sinto facilidade em aprender o conteúdo quando utilizo o UCA.
- 07 - Recomendo que outros alunos usem o UCA.
- 08 - Deixe comentários e sugestões sobre o uso do UCA.

- Itens relativos ao método IpC

A afirmativa 9 é de múltipla escolha, com escala de cinco níveis, variável entre Muito boa a Muito ruim. As afirmativas 10 e 11 são de múltipla escolha, com escala de cinco níveis, variável de Concordo Fortemente a Discordo Fortemente. Os itens 12 a 14 são do tipo resposta aberta do tipo dissertativa.

- 09 - Dê sua avaliação sobre a metodologia utilizada nas últimas semanas.
- 10 - O UCA funcionou muito bem como sistema de votação para o *Peer Instruction*.
- 11 - O *Peer Instruction* irá melhorar meu desempenho no vestibular.
- 12 - Na sua opinião, qual os aspectos positivos da metodologia?
- 13 - Na sua opinião, qual os aspectos negativos da metodologia?
- 14 - Na sua opinião, o que poderia ser feito para melhorar?

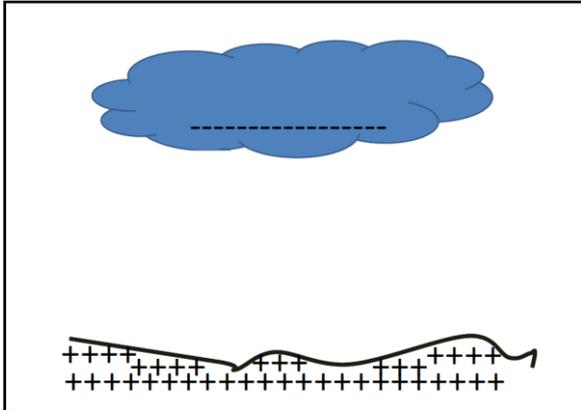
- Roteiro da entrevista semiestruturada

1. Ao entrarmos no cap. 23, nós trabalhamos de um jeito diferente do que vínhamos fazendo. Poderias falar um pouco sobre a tua experiência, quer dizer, o que achaste dela em geral?
2. Quanto ao uso do UCA, o que achaste da maneira como ele foi utilizado em sala de aula?
3. A tua opinião sobre o UCA mudou, comparando com a que tinhas antes de trabalhar com eles para votação das respostas?
4. E quanto à apresentação do testes conceituais e as votações em sala de aula, o que achaste?

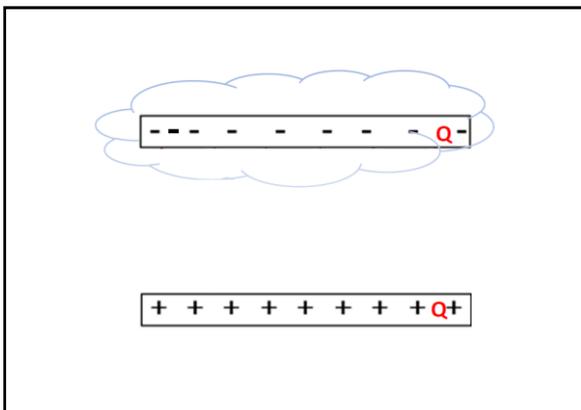
5. Qual a tua opinião sobre a discussão das respostas com os colegas? Achas que foi útil, que conseguiste aprender melhor com isso?
6. Consideras que tenhas aprendido os conteúdos de Física trabalhados?
7. Achas que a nova metodologia irá lhe ajudar a ter um desempenho melhor no vestibular?
8. Quanto ao tempo para a votação e/ou discussão com os colegas em aula, achaste suficiente?
9. Pensando que essa forma de ensinar poderá ser usada novamente com as novas turmas que chegam a essa disciplina no ano que vem. O que poderia ser feito para melhorar?
10. Tem alguma outra coisa que não foi perguntada, mas que gostarias de mencionar em relação a tua experiência?

APÊNDICE D

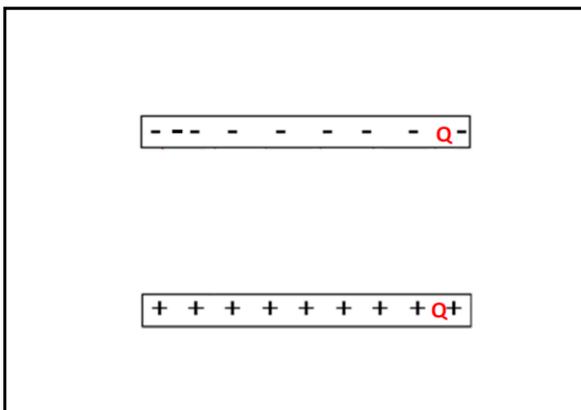
Abaixo apresentamos alguns *slides* produzidos por Olívia e por Francisco para os episódios de ensino.



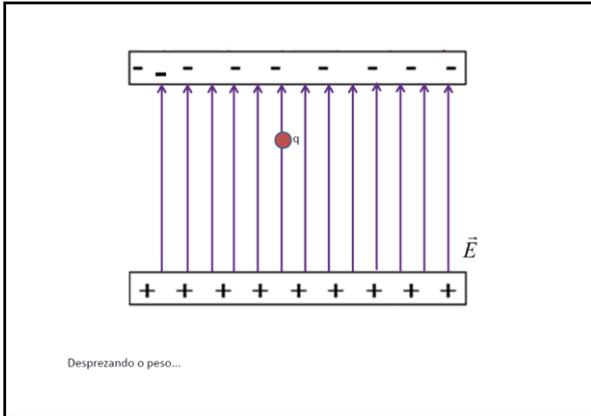
Slide 1



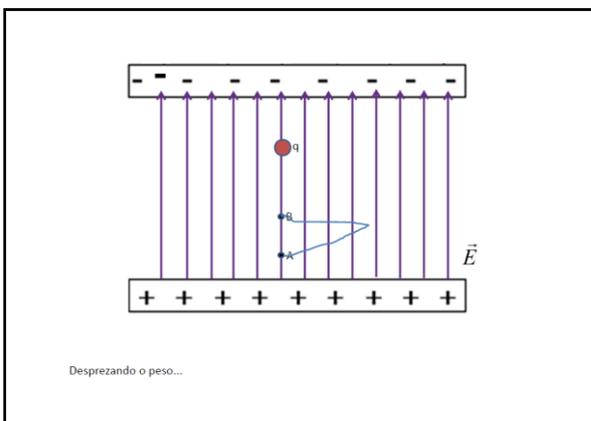
Slide 2



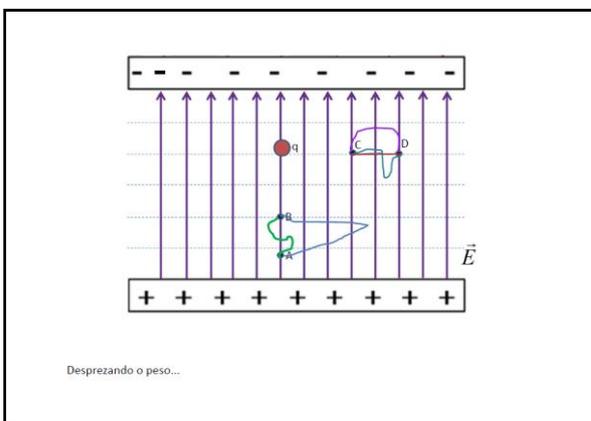
Slide 3



Slide 4

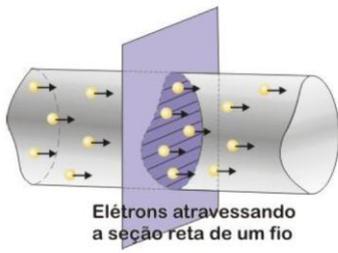


Slide 5



Slide 6

Corrente elétrica



Elétrons atravessando
a seção reta de um fio

$$i = \Delta q / \Delta t$$

Slide 10

APÊNDICE E

Neste apêndice apresentamos os roteiros das entrevistas semiestruturadas realizadas com os graduandos do segundo estudo.

Roteiro da primeira entrevista:

Questões pertinentes à formação acadêmica: (Necessárias para traçar o perfil do caso)

- Podes me contar como foi sua trajetória acadêmica? Quais foram as experiências mais marcantes?
- Quais foram os aspectos que influenciaram sua decisão em fazer o curso de Física Licenciatura?
- As disciplinas que tiveste ao longo do curso de Licenciatura em Física te motivaram para a docência? Quais são as mais relevantes? E as menos relevantes?

Questões pertinentes à experiência docente: (Referente ao segundo eixo de análise)

- Já tiveste outras experiências docentes? Em caso afirmativo, como foram essas experiências?
- O que achas sobre os métodos tradicionais de ensino?
- Em sua opinião, o que é ensinar? O que é aprender?

Questões pertinentes ao estágio de docência: (Referente ao segundo eixo de análise)

- Como foi o seu período de observações?
- Tiraste alguma “lição” do não fazer?
- Como tu avalias as metodologias utilizadas pelos professores da escola que estas fazendo seu estágio de docência?

Questões pertinentes ao método IpC: (Referente ao primeiro e terceiro eixos de análise)

- Como conhecestes o método?
- Quais os aspectos que te levaram a escolher o IpC como metodologia para suas aulas?
- Pretendes utilizar outras estratégias didáticas? Quais?
- Quais são suas preocupações em relação ao método?
Tu se sente seguro para usar o método?

Roteiro da segunda entrevista:

1. Conte-me sobre sua experiência durante o estágio de docência.
 - a. Disciplinas formativas da licenciatura te ajudaram?
 - b. Como foi a etapa de planejamento?
 - c. Como foi a relação planejamento *versus* prática?
 - d. Como foi a receptividade dos alunos?
 - e. Como foi a receptividade dos alunos em relação ao IpC?
2. Como foi a sua experiência com o IpC?

3. Quais eram os teus objetivos em utilizar o IpC?
4. Esses objetivos foram alcançados?
5. Quais foram as principais dificuldades que tu encontrou ao utilizar o IpC?
6. Em relação aos Testes Conceituais, houve alguma preparação em relação às justificativas corretas? Você buscou, previamente, explorar justificativas alternativas para a resposta correta?
7. Quais são, em sua opinião, as principais vantagens do IpC?
8. Quais são, em sua opinião, as principais limitações do IpC?
9. Você sugeriria para outros colegas utilizar o IpC no estágio de docência? Que recomendações você faria?
10. Caso você assumisse uma turma de Ensino Médio hoje, usaria o IpC? Quais os principais fatores que influenciariam a sua decisão?
11. Você faria alguma coisa diferente do que fez no estágio de docência?

APÊNDICE F

Neste apêndice apresentamos os planos de ensino desenvolvidos pela Olívia e pelo Francisco para a etapa de regência da disciplina de Estágio de Docência.

➤ Planos de ensino – Olívia:

PLANO DE AULA (1 e 2)

Data: 27/04/2012

Conteúdo: Apresentação e visão geral das próximas sete aulas e Potencial Elétrico – Primeira Parte

- Conceito de Diferença de Potencial Elétrico e sua importância.

Objetivos de ensino:

- aguçar a curiosidade dos alunos para os conceitos de Física envolvidos em alguns dispositivos e equipamentos presentes no dia-a-dia e que serão discutidos nas próximas aulas,
- apresentar os conteúdos que serão trabalhados relacionando com os conteúdos já vistos e sua importância nas aplicações,
- relacionar a abordagem dos conceitos de potencial elétrico e diferença de potencial com o conceito já visto de campo elétrico, relacionando com os fenômenos presentes no comportamento do pêndulo eletrostático atraído pelo bastão carregado.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Apresentação da estagiária, do conteúdo a ser trabalhado nas próximas sete aulas. Utilizando exemplificações de tecnologias presentes no dia-a-dia.

Apresentação do método de ensino, Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*).

O Objetivo desta atividade é mostrar a partir de aplicações existentes no dia-a-dia, a importância da aprendizagem dos conceitos que se deseja apresentar, motivar quanto ao método de ensino.

Desenvolvimento:

Aplicação do Método Instrução pelos Colegas que inicia com a apresentação realizada pela estagiária, onde será apresentado o conteúdo durante aproximadamente quinze minutos e segue com a apresentação de questões conceituais.

Será apresentado, o conceito de diferença de potencial e sua importância para a compreensão de circuitos elétricos. Os alunos serão questionados sobre quais são os circuitos elétricos presentes no seu cotidiano e se não for mencionado o exemplo da tomada e da pilha serão utilizados.

Fechamento:

Recapitulação do que foi visto e comentários sobre o assunto a ser trabalhado na próxima aula que será superfícies equipotenciais e a eletricidade da atmosfera.

Recursos:

Data show, quadro negro, cartelas para a aplicação do método Instrução pelos colegas, HD antigo, HD atual, fita magnética para armazenamento de dados, cabeçotes de leitura de fitas magnéticas e de HD antigos, extensão de fio elétrico com soquete e lâmpada.

Avaliação:

Não será realizada nenhuma atividade de avaliação.

PLANO DE AULA (3 e 4)

Data: 04/05/2012

Conteúdo: Potencial Elétrico – Segunda Parte
Introdução a Capacitores e Dielétricos

- recapitulação dos conceitos vistos sobre diferença de potencial,
- superfícies equipotenciais,
- raios na atmosfera.

Objetivos de ensino:

- explicar as superfícies equipotenciais como outra maneira de representação do campo elétrico,
- relacionar o comportamento das superfícies equipotenciais e a intensidade do campo elétrico,
- lembrar a importância do conceito de diferença de potencial para o estudo de circuitos elétricos.
- Articular a importância de capacitores e dielétricos para a compreensão dos raios na atmosfera.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Recapitulação dos conceitos vistos na aula anterior e retomada do exercício que provocou dúvidas.

A partir da motivação sobre raios na atmosfera, apresentar sua problematização baseada no modelo de uma carga de prova entre placas carregadas.

Desenvolvimento:

Apresentação de questões conceituais para utilização do Método Instrução pelos Colegas.

Fechamento:

Recapitulação do que foi estudado durante a aula, relacionando com a aula passada.

Breve apresentação do assunto para aula seguinte, utilizando o *flash* da máquina fotográfica como exemplo.

Recursos:

Data show, cartelas para aplicação do Método Instrução pelos Colegas.

Vídeo sobre a motivação dos raios na atmosfera:

<http://www.youtube.com/watch?v=xlQfIHk1D4s&feature=related>

Avaliação:

Não será realizada nenhuma atividade de avaliação.

PLANO DE AULA (5 e 6)

Data: 11/05/2012

Conteúdo: Capacitores e Dielétricos

Objetivos de ensino:

- apresentar brevemente alguns exemplos da aplicação de capacitores no cotidiano,
- relembrar conceitos já estudados de condutores e dielétricos e apresentá-los como importantes para a compreensão do conceito de capacitores,
- definir o conceito de capacidade explicitando seu significado físico e aplicá-lo para resolver problemas exemplares contendo capacitores,
- descrever o campo elétrico entre as placas de um capacitor com e sem material isolante elétrico.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Conversa inicial sobre como foi o conselho, como estão sendo as aulas e sobre a lista de exercícios, entrega da lista de exercícios.

Motivação inicial utilizando fotos sobre o funcionamento do *flash* de uma câmera fotográfica e comentários sobre a importância dos capacitores nas placas-mãe de computadores, desfibriladores, armas de choque, mega capacitores para som automotivo.

Mostrar capacitores em HD e dispositivos capacitivos variáveis.

Apresentação do conceito de capacidade aplicado a exemplos práticos e chamando a atenção para a importância deste conceito.

Relembrar sobre condutores e dielétricos e apresentar que tais conceitos foram aprendidos para entre outras coisas, descrever como é construído um dielétrico.

Explicação histórica: A garrafa de Leyden, para auxiliar na apresentação da diferença do valor da capacidade dependendo dos materiais que compõem o capacitor.

Definição do conceito de dielétrico e capacitores a partir de uma simulação (PhET).

Explicação sobre o cálculo de capacitores em série e paralelo.

Desenvolvimento:

Apresentação de questões conceituais para utilização do Método Instrução pelos Colegas.

Fechamento:

Recapitulação do conteúdo trabalhado e apresentação do estudo da eletrodinâmica a partir da corrente elétrica, assunto que será tratado nas próximas aulas, lembrando exemplos citados na primeira aula como o HD.

Recursos:

Data show, cartelas para aplicação do Método Instrução pelos Colegas, dispositivos capacitivos variados, HD, simulação encontrada no site: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/capacitor-lab>

Avaliação:

Não será realizada nenhuma atividade de avaliação.

PLANO DE AULA (7 e 8)

Data: 18/05/2012

Conteúdo: Corrente Elétrica – Primeira Parte

Objetivos de ensino:

- retomar a importância da corrente elétrica para o cotidiano, pesquisas científicas, biologia, medicina e para os conteúdos futuros,
- relacionar o conceito a ser aprendido nesta aula, com a descrição de campo elétrico e diferença de potencial,
- explicar a causa da corrente elétrica, relacionando com o modelo clássico de corrente elétrica,
- relacionar os conceitos de corrente, campo elétrico e força elétrica.
- reconhecer a diferença entre corrente AC e DC.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

- discussão sobre o que aconteceria em uma grande metrópole se esta ficasse alguns dias sem energia elétrica
- filme: Carregando um *iPhone* com pedaços de laranja para introduzir a demonstração: ligar uma calculadora utilizando uma laranja.
- breve explanação sobre o que é e como funcionam as pilhas
- mostrar o HD, tentando relacionar com a necessidade de se estudar corrente elétrica, e comento sobre a importância que estes equipamentos possuem em nossas vidas
- relacionar a corrente elétrica com a diferença de potencial. E a partir daí discutir sentido convencional da corrente e sentido real

- chamar a atenção para o caráter escalar da corrente elétrica lembrar que é composta por portadores de carga em movimento, e que no caso dos metais estes portadores são os elétrons em movimento.
- a partir do exposto, derivar o Modelo Clássico de corrente elétrica relacionando com a Lei de Ohm e em seguida, esclarecer a questão sobre choques utilizando o exemplo da resistência do corpo humano para a pele molhada e para a pele seca.

Desenvolvimento:

Apresentação de questões conceituais para utilização do Método Instrução pelos Colegas em dois momentos durante a aula, no primeiro logo após a discussão sobre o conceito de corrente elétrica e no segundo, logo após a discussão sobre Lei de Ohm.

Fechamento:

Recapitulação dos conteúdos vistos e ao comentar sobre o Modelo Clássico de corrente elétrica, correlacionar com o que será visto na próxima aula que é o conceito de resistência elétrica.

Recursos:

- fios com conexões jacaré,
- 3 laranjas,
- Uma calculadora simples,
- 3 placas de zinco
- 3 placas de cobre
- HD pequeno com os dispositivos eletrônicos
- vídeo sobre pedaços e laranja carregando um *iphone*:
http://www.youtube.com/watch?v=9_LLj4_3ZRA
- *data show*
- cartelas para a utilização dos vídeos e aplicação do Método de Instrução pelos colegas.

Avaliação:

Não será realizada nenhuma atividade de avaliação.

PLANO DE AULA (9 e 10)

Data: 25/05/2012

Conteúdo: Corrente Elétrica – Segunda Parte

Objetivos de ensino:

- descrever o conceito de resistor e sua relação com a resistência elétrica,
- discutir o conceito de circuito fechado, circuito aberto,
- relacionar a Lei de Ohm com representações gráficas do comportamento da diferença de potencial em função da corrente elétrica,

Procedimentos:

Atividade Inicial e Desenvolvimento:

Recapitulação do calendário proposto, com lembrança sobre próximos laboratórios, a entrega da lista de exercícios e da avaliação.

Relembrar que no laboratório foi realizado o experimento das laranjas como pilhas ligando uma calculadora, e relacionar com o conceito de corrente elétrica, sentido real e convencional da corrente elétrica, conceitos que não ficaram claros na última aula.

Apresentar o significado de resistor e a associação desses, após esta discussão discutir se o brilho das lâmpadas muda quando estas estão ligas em série por um fio condutor.

Com a noção acima, discutir porque das vacas morrem em dias de tempestades mesmo sem serem atingidas diretamente por um raio. E porque às vezes pássaros morrem nos fios.

Aplicação das questões com a utilização do Método: Instrução pelos Colegas.

Discussão do porque a lâmpada acende logo que se aciona o interruptor, relação de corrente elétrica e corrente de água, a Lei de Ohm, Modelo de elétrons livres com a utilização de estruturas cristalográficas de arame e isopor, e relação gráfica entre diferença de potencial e corrente.

Fechamento:

Recapitulação do que foi visto em aula, chamar atenção para a presença dos alunos nos laboratórios.

Recursos:

Data show, cartelas para realização do Método Instrução pelos Colegas.

Avaliação:

Não será realizada nenhuma atividade de avaliação.

➤ Planos de ensino – Francisco:

Plano de aula 1(2 horas-aula)

Data: 21/05/2012

Conteúdo:

1. Capacidade elétrica;
2. Capacitores;

Objetivos de ensino:

Oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa entender:

- o conceito de capacidade elétrica e seus possíveis usos;
- o funcionamento dos capacitores e suas aplicações no dia a dia;

Procedimentos:Atividade inicial:

- Minha apresentação à turma como estagiário, falando sobre o meu curso, Licenciatura em Física e sobre a UFRGS;
- Apresentação do conteúdo a ser tratado durante minha regência;
- Introdução de capacitores falando da importância de capacitores no nosso cotidiano, na informática e nas câmeras fotográficas;

Desenvolvimento:

- Mostrar o filme sobre flash de câmeras fotográficas;
- Mostrar a Garrafa de Leyden;
- Apresentação do conceito de capacidade elétrica e capacitor a partir da Garrafa de Leyden;

Fechamento:

- Apresentação de questões para debate entre os alunos com o Método de Instrução pelos Colegas

Recursos:

- *Data-show* para apresentação de vídeos e slides;
- Garrafa de Leyden construída por mim;
- M.U.C (material de uso comum)

Plano de aula 2(2 horas-aula)

Data: 22/05/2012

Conteúdo:

1. Capacitores;
2. Dielétricos;
3. Associação de capacitores

Objetivos de ensino:

Oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa entender:

- O funcionamento dos capacitores e suas aplicações no dia-a-dia;
- A utilidade dos dielétricos;
- Porque a associação de capacitores pode ser útil nas nossas vidas.

Procedimentos:

Atividade inicial:

- Revisão do conceito de capacitores;

Desenvolvimento:

- Mostrar simulação sobre capacitores, para mostrar como a capacidade elétrica pode variar;
- Mostrar simulação sobre associação de capacitores, para que os alunos relacionem a associação de capacitores com a diferença de potencial e a quantidade de carga;
- Questões utilizando o Método de Instrução pelos Colegas.

Fechamento:

- Questões para os alunos resolverem em grupo.

Recursos:

- *Data-show* para apresentação de vídeos e slides;
- Simulação: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/capacitor-lab
- M.U.C (material de uso comum)

Plano de aula 3(2 horas-aula)

Data: 29/05/2012

Conteúdo:

1. Corrente elétrica;
2. Resistência elétrica e diferença de potencial;
3. Lei de Ohm.

Objetivos de ensino:

Oferecer condições de aprendizagem para que o aluno:

- relacione o conceito de corrente elétrica com a diferença de potencial;
- entenda a natureza, origem e as características da corrente elétrica;
- entenda a relação da corrente com a resistência elétrica do circuito.

Procedimentos:

Atividade inicial:

- Falar sobre o artigo: “Você sobreviveria à falta de energia elétrica?”
- Mostrar um circuito com uma lâmpada;

- Discutir porque a lâmpada liga ou não liga, de acordo com o modo que é montado o circuito elétrico.

Desenvolvimento:

- Mostrar simulação sobre Lei de Ohm, para que os alunos possam visualizar a relação $V=RI$;
- Questões utilizando o método de Instrução pelos Colegas

Fechamento:

- Apresentação da proposta de trabalho individual para ser entregue até o dia da prova.

Recursos:

- *Data-show* para apresentação de vídeos e slides;
- Circuito com lâmpada;
- Simulação: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ohms-law
- Artigo: <http://www.biotabrasil.com.br/?p=918>
- M.U.C (material de uso comum)

Plano de aula 4(2 horas-aula)

Data: 05/06/2012

Conteúdo:

1. Resistores;
2. Resistividade;
3. Associação de resistores

Objetivos de ensino:

Oferecer condições de aprendizagem para que o aluno:

- entenda a função dos resistores em um circuito;
- entenda os fatores que influenciam na resistividade;
- saiba diferenciar os tipos de associação de resistores.

Procedimentos:

Atividade inicial:

- Apresentação do conceito de resistor;
- Discussão da tabela para cálculo da resistência de um resistor;

- Cálculo da resistência de um resistor e distribuição de resistores para os alunos.

Desenvolvimento:

- Discussão da resistência e aspectos que influenciam no valor da resistência;
- Experimento com régua e fios para explorar os aspectos geométricos e a resistividade, que influem na resistência.

Fechamento:

- Questões utilizando o Método de Instrução pelos Colegas.

Recursos:

- *Data-show* para apresentação de vídeos e slides;
- Experimento: régua com fios com diferentes diâmetros e materiais diferentes para testar o comportamento da resistência;
- Resistores, entregues para os alunos;
- M.U.C (material de uso comum)

Planode aula 5(2 horas-aula)

Data: 12/06/2012

Conteúdo:

1. Associação de resistores

Objetivos de ensino:

Oferecer condições de aprendizagem para que o aluno:

- saiba diferenciar os tipos de associação de resistores;
- entenda o que acontece com a diferença de potencial e a corrente elétrica em cada tipo de associação;
- entenda como é a resistência equivalente em cada tipo de associação.

Procedimentos:

Atividade inicial:

- Revisão dos tipos de associação de resistores.

Desenvolvimento:

- Mostrar fotos de experimento medindo a corrente elétrica e diferença de potencial em associações em série e em paralelo.

Fechamento:

- Questões utilizando o Método de Instrução pelos Colegas.

Recursos:

- *Data-show* para apresentação de vídeos e slides;
- M.U.C (material de uso comum)

Plano de aula 6(2 horas-aula)

Data: 13/06/2012

Conteúdo:

1. Associação de resistores
2. Revisão

Objetivos de ensino:

Oferecer condições de aprendizagem para que o aluno:

- possa saber resolver e entender circuitos em série, em paralelo e com associação mista;
- entenda os principais conceitos que serão explorados na aula.

Procedimentos:

Atividade inicial:

- Revisão do conteúdo abordado durante todo o meu período de regência;

Desenvolvimento:

- Desenvolver os procedimentos matemáticos para cálculo da resistência equivalente em circuitos com resistores em série, em paralelo e em associação mista.

Fechamento:

- Exercícios do livro-texto com associação de resistores

Recursos:

- *Data-show* para apresentação de vídeos e slides;
- M.U.C (material de uso comum)

Plano de aula 7(2 horas-aula)

Data: 26/06/2012

Conteúdo:

1. Prova.

Objetivos de ensino:

Oferecer condições de aprendizagem para que o aluno:

- demonstre o quanto desenvolveu sua aprendizagem durante o período de regência.

Procedimentos:

Atividade inicial:

- Recolhimento do trabalho individual;

Desenvolvimento:

- Aplicação de prova escrita.

Recursos:

- Prova escrita.

Avaliação:

- Trabalho individual que havia sido proposto para os alunos na terceira aula do período de regência;
- Prova escrita.