

## UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE O EXPERIMENTO REMOTO COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM

A COMPARATIVE STUDY ON REMOTE EXPERIMENT AS A LEARNING TOOL

- **Amira Amaral do Sim** (UNESP, Bauru – [amira@fc.unesp.br](mailto:amira@fc.unesp.br))
- **Marco Aurélio Alvarenga Monteiro** (UNESP, Guaratinguetá – [marco.aurelio.feg@gmail.com](mailto:marco.aurelio.feg@gmail.com))

### Resumo:

A experimentação é amplamente defendida no âmbito das pesquisas de Ensino de Ciências, pois ela possibilita desenvolver uma série de habilidades procedimentais e atitudinais desejáveis aos alunos, além de possibilitar o ensino de conceitos científicos (DELIZOICOV et al., 2002; MONTEIRO; TEIXEIRA 2004a; MONTEIRO; TEIXEIRA 2004b). Porém, esses autores também enfatizam que não é a experimentação em si que é importante, mas a maneira como o trabalho experimental é realizado e conduzido em sala de aula. Dessa forma, é necessário que o professor seja bem preparado para ministrar aulas, mas também para planejar e dirigir atividades experimentais. Nesse trabalho apresentamos as contribuições de um experimento realizado remotamente em comparação com a mesma atividade experimental realizada presencialmente. Os alunos que participaram da experimentação remota foram capazes de construir argumentos válidos de acordo com Toulmin (2006), assim como os que realizaram a atividade presencial, evidenciando que a experimentação remota também é válida para a aquisição de conhecimento por parte dos alunos.

**Palavras-chave:** Laboratório Remoto; Ensino de Física; Experimentação.

### Abstract:

The experience is widely defended without research of the Sciences Teaching essays, because it allows the creation of a series of competences and attitudinal desirable to the students, besides enabling the teaching of scientific concepts (DELIZOICOV et al., 2002; MONTEIRO; TEIXEIRA 2004a; MONTEIRO TEIXEIRA 2004b). However, these authors are also not an experience in which it is important, but a way like the experimental work carried out in the classroom. Thus, it is necessary that the teacher be well prepared to teach classes, but also to plan and direct experimental activities. In this work we present as contributions of an experiment carried out remotely in comparison with the same experimental activity performed in person. Students who participated in the remote experimentation were able to construct valid arguments according to Toulmin (2006), as well as the realization of a face-to-face activity, evidencing that a remote experimentation is also valid for students' acquisition of knowledge.

**Keywords:** Remote Laboratory; Physics Teaching; Experimentation.

## 1. Introdução

Várias pesquisas abordam a importância da experimentação no Ensino de Ciências (DELIZOICOV *et al*, 2002; PRAIA, *et.al.*, 2002; VILLANI & NASCIMENTO, 2003; MONTEIRO; TEIXEIRA 2004a; MONTEIRO; TEIXEIRA 2004b), e que ela contribui para o desenvolvimento de habilidades e competências manipulativas, argumentativas e atitudinais, além de contribuir para a motivação dos alunos, tornando-os potencialmente mais participativos e viabilizando o levantamento e teste de hipóteses, além de elaborar argumentos que justifiquem os dados obtidos possibilitando discussão e análise. Caracterizando assim, o laboratório didático como um ambiente em potencial para o desenvolvimento da cultura científica.

Contudo, essas pesquisas também afirmam que o experimento por si só não desenvolve as habilidades e competências desejáveis aos alunos, pois são apenas ferramentas de que o professor dispõe para realizar seu ofício e atingir seu objetivo. Assim, propor um experimento aos alunos esperando que estes aprendam pela simples manipulação e observação ou pelo simples fato de se certificarem que os resultados confirmam a teoria exposta é ter uma visão empirista e indutivista da Ciência (SILVA; ZANON, 2000). Portanto, é necessário que o professor planeje a atividade de forma a propiciar o ensino de conceitos e também de gerar um ambiente motivador para os alunos (LABURÚ, 2008).

Porém, diversos obstáculos são encontrados pelo professor para implementar aulas práticas, Neves *et al* (2003) e Ramos e Rosa (2008) destacam alguns deles: a pequena quantidade ou inexistência de material necessário para preparação da atividade experimental; carga horária reduzida de aulas de Física no Ensino Médio para a realização de coleta de dados e a real discussão dos resultados obtidos pelos estudantes; alta carga horária do professor que o impede de preparar e planejar aulas experimentais; ausência de laboratório adequados nas escolas; excessivo número de alunos em sala de aula; falta de uma maior articulação entre professores que envolvam os educadores e; falta de preparo metodológico dos professores para a realização de tais atividades.

Uma alternativa oferecida para superar as dificuldades quanto às limitações de falta de laboratório, equipamento experimental e alta carga horária do professor, é a utilização de laboratórios controlados remotamente (MONTEIRO *et al*, 2013).

Essa tecnologia facilita a aplicação de atividades experimentais em sala de aula, pois com ela não é necessário a construção do aparato experimental, pois o experimento está pronto, bastando apenas acessá-lo pela internet. E por ser um experimento controlado remotamente, os dados obtidos são reais, e não providos de simulações podendo conter dados ideais ou ilusórios.

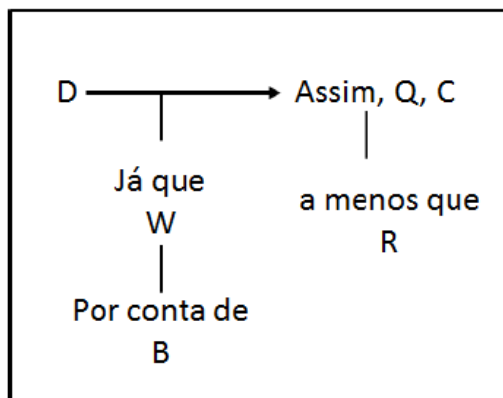
A utilização das tecnologias no ensino é fundamental, pois estamos em um mundo tecnológico e globalizado, e é importante também para o aluno desenvolver as habilidades que essa nova sociedade demanda. A utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no ensino é vista com várias potencialidades, já que existe uma gama de possibilidades de uso e aplicações, além de facilitar o acesso aos alunos com necessidades especiais, o que democratiza o ensino e possibilita a inclusão (GIORDAN, 2005).

O papel do professor é visto com especial relevância no intermédio dos alunos com as TICs, pois o processo pedagógico possuirá maior interação entre os alunos e desses com o professor, mas para isso, é necessário ajustar a utilização de acordo com a realidade e pretensão do professor (GIORDAN, 2005).

Dessa forma, visando facilitar o trabalho dos professores no desenvolvimento de atividades experimentais com características problematizadoras e buscando a motivação dos alunos, idealizamos e construímos um protótipo experimental que pode ser controlado a partir de um dispositivo com acesso à internet, permitindo a aquisição de dados reais de fenômenos relacionados aos estudos de circuitos elétricos em série, paralelos e mistos.

Nosso intuito, com este trabalho, é analisar as possíveis contribuições desse tipo de atividade ao ensino de conceitos científicos quando comparado com uma atividade experimental realizada presencialmente. Nesse sentido, qualificamos as estruturas das argumentações construídas pelos alunos nos baseando nos elementos argumentativos do modelo ou estrutura proposto por Toulmin (2006).

Toulmin (2006) acredita que a argumentação deve conter alguns elementos principais e deve ser organizada de uma determinada forma, que podemos ver no quadro a seguir:



Quadro 1: Superestrutura da argumentação segundo Toulmin (2006).

Fonte: Toulmin (2006, p. 150).

Neste modelo Tolumin (2006) propõe que, numa argumentação, os dados D ou fatos observados, sejam utilizados como suportes importantes para o estabelecimento de uma conclusão C que, por sua vez, se constitui em afirmação válida que se pode fazer sobre algo ou um dado fenômeno. Os qualificadores modais Q podem ser entendidos como elementos que conferem força à conclusão estabelecida por meio de definições de situações para as quais a conclusão é possível. Outro elemento da argumentação, definido pelo autor, são as garantias W. As garantias são as justificativas que ligam os dados às conclusões, por isso, são fundamentais, já que tornam explícitas as ligações encontradas pelo construtor do argumento para relacionar dados e conclusão. É a partir das garantias que se torna evidente como foi estabelecida a relação entre Causa e Efeito. O elemento R representa a refutação, ou seja, situações limites nas quais as garantias oferecidas não se aplicam e, portanto, a conclusão não é válida. O elemento B é chamado de apoio ou conhecimento básico que se ancora numa afirmação de autoridade (regra, princípio, lei, etc) e diz respeito ao recurso que o construtor do argumento pode se utilizar, de forma explícita ou implícita, para dar sustentação às garantias utilizadas.

## 2. A pesquisa

Para avaliarmos o impacto de um experimento remoto para a aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos relacionados com eletrodinâmica, comparamos a dinâmica de duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio de cinco escolas públicas do interior do Estado de São Paulo, sendo que, em umas das turmas aplicamos a atividade experimental a partir do acesso pela internet e, na outra, disponibilizamos um aparato experimental na qual a atividade era realizada presencialmente pelos alunos.

Pelo fato dos resultados terem sido similares entre as diferentes escolas, escolhermos apenas uma para abordarmos nesse trabalho. Assim, 38 alunos do 3º P realizaram a atividade experimental presencialmente, e 36 alunos do 3º R realizaram a atividade acessada remotamente, com as mesmas características da atividade presencial. A metodologia utilizada foi a mesma para as duas turmas: o professor ministrou três aulas teóricas sobre o conceito de eletrodinâmica em dias diferentes ao da aplicação da atividade. Na aula foram abordados: a 1ª Lei de Ohm, circuitos elétricos em série, circuitos elétricos em paralelo, circuitos elétricos mistos e potência elétrica dissipada por resistores.

No dia da atividade experimental os alunos foram divididos em grupos de quatro membros. Cada grupo de alunos do 3º P, que realizaram a atividade presencialmente, recebeu o aparato experimental, enquanto que cada grupo de alunos do 3º R recebeu um *netbook* para acessar o experimento *online*.

Para ambas as turmas foram solicitadas que montassem três configurações de circuitos elétricos: um em série, um em paralelo e um misto e realizassem medidas de tensão e de corrente elétrica em diferentes pontos dos circuitos, visando responder à pergunta: em qual configuração de circuito elétrico a lâmpada dissipa mais potência elétrica?

Após o momento de coleta de dados, os alunos deveriam discutir entre si e com o professor os resultados obtidos procurando responder à questão proposta. Esses momentos de plenárias foram vídeo-gravados e os diálogos estabelecidos foram devidamente transcritos para serem mais detalhadamente analisados. Dessa forma, apresentamos o resultado mediante a interação discursiva durante as plenárias.

A análise das interações discursivas foi feita mediante ao processo de construção de argumentos construídos pelos alunos. Para qualificarmos as argumentações construídas nos baseamos nos elementos argumentativos do modelo proposto por Toulmin (2006).

### 2.1. Descrição do experimento realizado presencialmente

O experimento presencial foi elaborado pelos pesquisadores, com a perspectiva de ser de baixo custo e de fácil construção. Constitui-se de uma placa de madeira na qual se adapta três lâmpadas com soquete e um suporte de 4 pilhas de 1,5 V. As conexões entre as lâmpadas podem ser feitas por 6 ganchos parafusados na madeira e por 4 aldravas como indicado na figura a seguir.

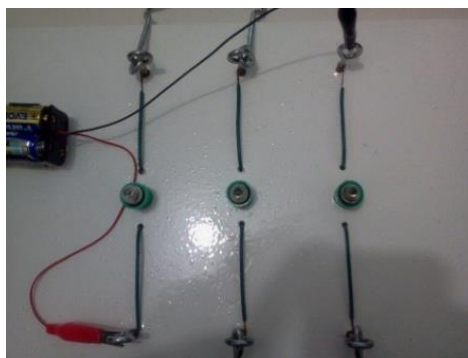


Figura 1. Experimento presencial.  
Fonte: autotria própria

A partir da maneira como os trincos são ligados nos ganchos em relação à fonte de tensão, podemos ter diferentes configurações de circuitos elétricos:

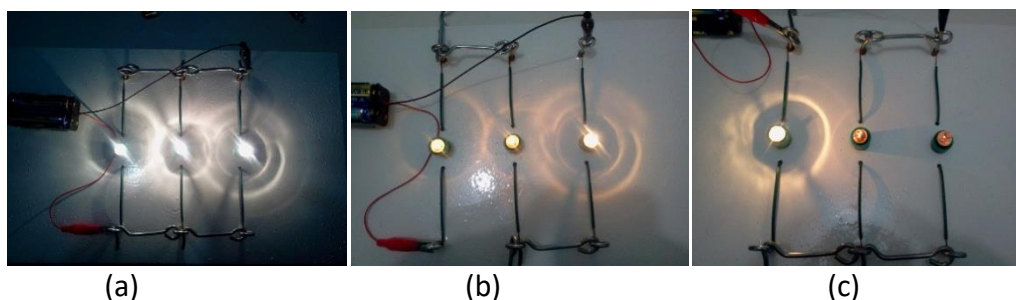


Figura 2. a) circuito em série; b) circuito paralelo; c) circuito misto.  
Fonte: autotria própria

Pela intensidade do brilho das lâmpadas os alunos podem fazer uma análise qualitativa da potência dissipada. Porém, o uso de um multímetro pode permitir a leitura de corrente elétrica e de tensão nos diferentes pontos dos circuitos.

### 2.1. Descrição do experimento realizado remotamente

Para a montagem do experimento remoto utilizou-se uma placa de madeira como base do experimento que é similar à um painel sinótico. Na Figura 1 mostra-se a parte frontal da montagem visualizada por um usuário no momento da realização da atividade experimental remota. As chaves (S1, S2 e S3) são representadas pelo acionamento de *leds* vermelhos que, de forma lúdica, caracterizam o estado dos contatos elétricos presentes no circuito misto (série e paralelo) das lâmpadas de 12V (L1, L2 e L3). Uma placa a relés confere o acionamento real dos contatos das lâmpadas e os contatos de comutação dos multímetros presentes na montagem. Os dois instrumentos têm a função de voltímetro e de amperímetro. O circuito de comando é estabelecido a partir de uma placa arduino, uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre. A leitura e a coleta de todos os dados são realizadas, em tempo real, pelo usuário através de uma câmera.



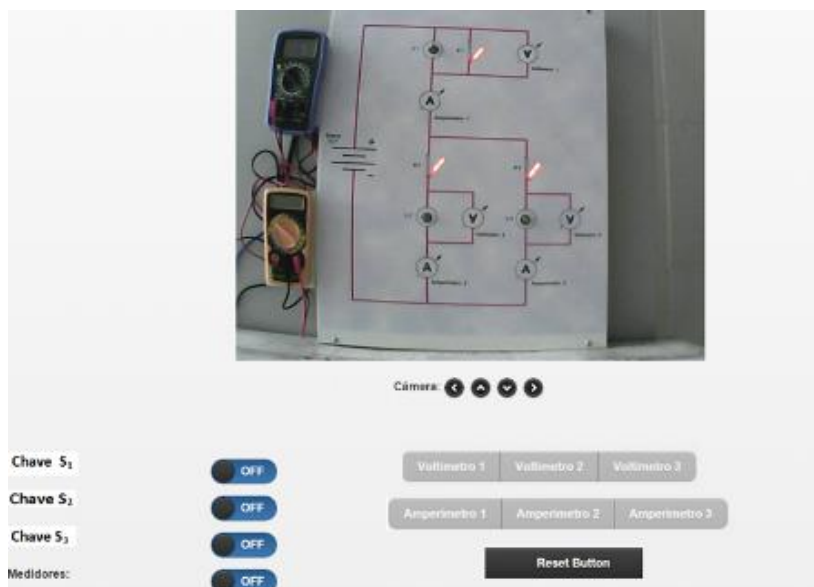


Figura 3. Experimento remoto sobre circuitos elétricos  
Fonte: autotria própria

Dependendo do acionamento das chaves os estudantes podem ter diferentes configurações do circuito: em série, paralelo e misto.

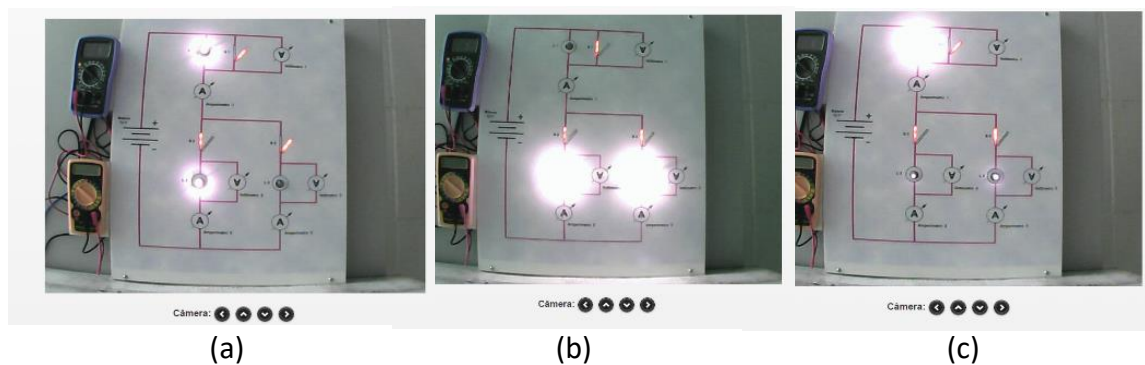


Figura 4. a) circuito em série; b) circuito paralelo; c) circuito misto.  
Fonte: autotria própria

### 3. Resultado e análise dos dados

Iniciaremos a análise da interação discursiva entre professor e alunos apresentando os turnos dos diálogos estabelecidos entre eles. A numeração inicial indica a sequência temporal em que os turnos de falas ocorreram. Dessa forma, 1 significa o início do diálogo, onde professor coloca uma pergunta e em 2 temos a sequência imediata da interação: o aluno, identificado como 1, responde ao professor, desencadeados na plenária da turma do 3º P, cujos alunos realizaram a atividade experimental presencial convencional. Do ponto de vista dos elementos propostos por Toulmin (2006) os estudantes foram capazes de estabelecer conclusões a partir dos dados experimentais obtidos.

1 – Professor: Vamos começar a nossa conversa sobre a experiência que fizemos. Vamos começar por esse grupo aqui. Qual dos circuitos elétricos dissipou mais potência?

2 – Aluno 1 – A gente aqui achou que foi o circuito paralelo porque foi nele que as lâmpadas acederam mais.

...

6 – Aluno 4 – O nosso grupo aqui concordou que era o paralelo mesmo porque as lâmpadas ficam acesas muito fortes. Não dá para ter nenhuma dúvida.

...

9 – Professor: Certo. Mas o que é que tem acender mais forte e dissipar mais potência?

Aluno 6 – Vai gastar mais energia elétrica porque vai esquentar mais também.

Professor: Você falou uma coisa diferente agora. Disse que vai esquentar mais como você sabe?

10 – Aluno 6 – põe a mão lá só para você ver. Só se esfriou agora.

11 – Professor: por que você acha que fica assim?

12 – Aluno 6 – Por que essas lâmpadas ficam quentes mesmo. Já troquei algumas em casa. Tem que desligar primeiro porque elas esquentam bem.

13 – Aluno 8 – Não são lâmpadas frias, elas esquentam sim.

Houve conclusões construídas a partir da indução e da relação com a experiência diária, cotidiana do estudante, extrapolando os dados experimentais obtidos no experimento. Assim sendo o experimento não funcionou apenas para contextualizar situações de definição e compreensão de conceitos teóricos, mas também, para invocar relações de generalização, a partir das quais os estudantes puderam pensar os conceitos discutidos com seu cotidiano, e os qualificadores modais, utilizados pelos estudantes na interação descrita, são relacionados aos advérbios de intensidade: maior, menor, gasta mais, gasta menos. É possível notar a relação estabelecida pelos estudantes não apenas entre a intensidade luminosa das lâmpadas com a intensidade da corrente e a potência dissipada, como também entre esses elementos e as diferentes configurações dos circuitos elétricos.

89 – Professor: Então? O que você conclui?

90 – Aluno 2 – Aquilo que eu já tinha dito antes, o paralelo gasta mais energia.

91 – Professor: Como você conclui isso? Explica melhor com os resultados dos cálculos e a fórmula da potência.

92 – Aluno 2 – Então, a potência dissipada, é... Vou pegar essa fórmula aqui:  $P = Vi$ . A voltagem total é igual para todos os casos e a corrente total para o paralelo é maior, então a potência vai ser maior.

No excerto acima é possível notar que o aluno 2 conclui que o circuito paralelo dissipa mais potência elétrica a partir dos dados relacionados ao brilho das lâmpadas. Utiliza como garantia o fato de a corrente ser maior nesse tipo de circuito, como conhecimento de base recorre à equação que calcula a potência dissipada a partir da tensão e corrente elétrica.

Agora, vamos analisar uma interação dialógica desencadeada entre alunos do 3º R, que utilizaram a atividade experimental controlada remotamente.

- 97 – Aluno 5 – Cada tipo de circuito vai ter uma resistência total diferente.  
98 – Aluno 4 – É! A resistência equivalente.  
99 – Professor: Isso mesmo. Muito bom. Todos entenderam?  
100 – Silêncio.  
101 – Professor: Gente, vamos calcular a resistência equivalente para todos? Vamos calcular aqui na lousa. Vamos fazer juntos. Como é que fica aqui, me ajudem.  
102 – O Professor faz o cálculo da resistência equivalente para todos os circuitos.  
103 – Aluno 5 – A resistência do paralelo é a menor de todas.  
104 – Professor: E o que isso quer dizer?  
105 – Aluno 5 – Que a corrente é maior.  
106 – Professor: Mas por quê?  
107 – Aluno 5 – Porque ele vai ter menor resistência para o movimento dos elétrons.  
108 – Professor: Isso. Mas tem essa fórmula de potência  $Ri^2$ . Como é que fica se  $R$  no paralelo, é menor?  
109 – Aluno 3 – Porque a corrente está ao quadrado e aí tipo o valor da corrente alto meio que compensa o valor da resistência menor.  
110 – Aluno 6 – E tem a outra fórmula  $P = Vi$ . Se a corrente é grande a potência é maior.  
111 – Professor: Certo. É isso mesmo.  
112 – Aluno 2 – E tem que a resistência no paralelo é menor porque tem uma lâmpada que não acende. Aí não entra na conta.

Nesses turnos verifica-se a obtenção dos dados (a resistência do circuito em paralelo é a maior de todas), a relação com a conclusão (portanto a corrente é maior), o estabelecimento de um qualificador modal, a partir do uso de um advérbio de intensidade (resistência menor para o movimento dos elétrons) e o uso do conhecimento básico (a fórmula de potência  $Ri^2$ , nesse caso, mesmo a resistência sendo menor, a corrente sendo maior compensa um valor menor de  $R$ ). O uso da garantia vem a partir da citação de que a conclusão estabelecida para  $P = Ri^2$ , vale, também para o caso  $P = Vi$ .

O único elemento da argumentação do modelo de Toumin (2006) que não foi contemplado na trajetória dialógica dos alunos é a refutação. Ele poderia ter ocorrido se uma discussão mais ampla em torno da 1ª Lei de Ohm fosse mais amplamente debatida. Como o resistor esquentou, houve variação da resistência de cada resistor e isso poderia ter sido levantando como um limitador da validade da teoria.

Do ponto de vista da motivação, buscamos ouvir os estudantes a partir da aplicação de um questionário de opinião. Os resultados evidenciam que todos eles se mostraram muito motivados com a atividade que realizaram e que essa percepção se estabeleceu constante durante todo o desenvolvimento da atividade.

Com relação a esse ponto destacamos a importância de uma infraestrutura relativa à rede de internet, bem como da concepção do experimento para que a velocidade na obtenção dos dados, a qualidade das imagens disponibilizadas, bem como os recursos de manipulação e de interação do usuário com o equipamento experimental pudesse ser adequado.



#### 4. Considerações finais

Os resultados do trabalho mostram que a experimentação remota pode trazer contribuições para o trabalho do professor. Não se trata aqui de defendermos a substituição de uma atividade por outra.

Os dados das interações dialógicas mostram que tanto aqueles que realizaram a experimentação presencial convencional quanto aqueles que coletaram dados a partir do experimento controlado remotamente foram capazes de construir argumentos que justificassem os dados obtidos. Estavam presentes nas interações a busca pela resolução de um problema, o levantamento e o teste de hipóteses, a verificação matemática de equações relacionadas aos conceitos científicos, a construção de justificativas e explicações, o estabelecimento de relações entre a experimentação realizada, os conceitos estudados e o cotidiano dos estudantes.

Nesse sentido, a experimentação remota também não deixou de trazer suas contribuições à aprendizagem dos alunos. Os alunos que participaram da experimentação remota foram capazes de construir argumentos contendo praticamente todos os elementos propostos por Toulmin (2006).

O processo interativo do professor com os alunos foi maior ao utilizar o experimento controlado remotamente, já que, em cada um dos grupos, a atividade era acompanhada com uma atenção mais personalizada do professor, bem como de todos os demais grupos de alunos. Além disso, há que se considerar que a atividade controlada remotamente apresentava uma configuração dos circuitos mais próxima de sua representação didática, diferente da situação experimental presencial. É possível notar que no quadro sinótico do experimento remoto os símbolos utilizados na representação didática são praticamente os mesmos.

Já, com relação ao experimento presencial, os alunos deveriam estabelecer a relação de forma direta, sem a representação, haja vista que deveria ser manipulada a partir da interação direta com os elementos elétricos como os fios, fonte, chaves, etc.

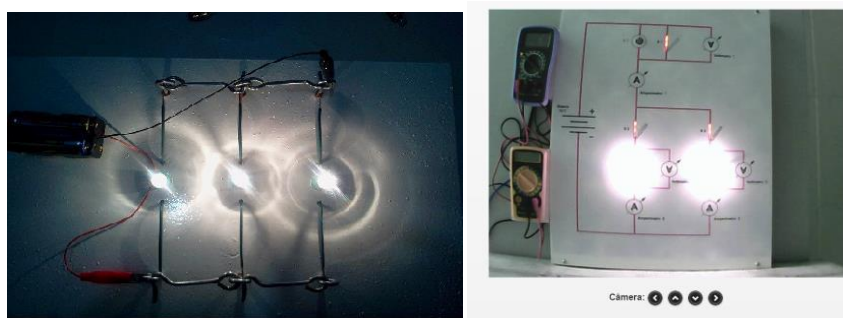


Figura 5. Diferença do quadro sinótico do experimento presencial e do experimento remoto.

Fonte: autoria própria.

É importante destacar, que os experimentos remotos não podem ser uma mera automatização de experimentos que são concebidos para serem realizados presencialmente. Precisam ser projetados para atender as especificidades e necessidades de usuários que lhes acessam remotamente. Nesse caso, é preciso ter a exata noção dos objetivos educacionais

que se quer atingir, bem como ser inspirado por uma metodologia de ensino, no intuito de atender as necessidades formativas dos estudantes.

Na percepção dos estudantes o experimento remoto foi fundamental para a aprendizagem de conceitos e no desempenho dos alunos nas interações discursivas realizadas em sala de aula, levando-se em conta a qualidade da interação entre professor e alunos na busca pela solução da situação-problema proposta.

Do nosso ponto de vista, os resultados não nos autorizam a defender uma substituição dos laboratórios presenciais convencionais pelos laboratórios controlados remotamente, contudo, nos possibilita afirmar que experimentos dessa natureza apresentam uma potencialidade que merecem maior atenção das pesquisas em Ensino de Ciências. Assim, o experimento controlado remotamente oferece uma alternativa para os docentes que não contam com infraestrutura necessária nas escolas em que atuam.

## 5. Referências

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

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

LABURÚ, Carlos Eduardo. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 383-405, 2008.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. O ensino de Física nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.9, n.1, 2004a.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. Propostas e avaliação de atividades de conhecimentos físico nas séries iniciais do ensino fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21, n.1, p. 65-82, abr. 2004b.

MONTEIRO, M. A.A.; MONTEIRO, I. C.; GERMANO; J. S. E. et al. Protótipo de uma atividade experimental para o estudo da cinemática realizada remotamente. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 566 – 578, 2013.

NEVES, S. M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o Papel do Trabalho Experimental, na Aprendizagem da Física, em Sala de Aula – Um Estudo Exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 11, n. 3, p. 383-401, 2006.

PRAIA. P.; CAHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A Hipótese E A Experiência Científica Em Educação Em Ciência: Contributos Para Uma Reorientação Epistemológica. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O Ensino de Ciências: Fatores Intrínsecos e Extrínsecos que Limitam a Realização de Atividades Experimentais pelo Professor dos nos Iniciais do Ensino Fundamental. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

SILVA, L.H.A.; ZANON, L.B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000. 182 p.

TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. Trad. Reinaldo Guarany. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S.. A Argumentação e o Ensino de Ciências: Uma Atividade Experimental no Laboratório Didático de Física do Ensino Médio. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 8, n. 3, p.187-209, 2003.