

Uma exploração da contribuição de algumas estratégias para promover o desenvolvimento conceptual no domínio da electricidade

Adriano Sacate^{1,2}, Inocente Mutimucuo¹ e Marina Kotchkareva¹

¹Faculdade de Educação, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, Moçambique

²Departamento de Ciências Básicas do ISUTC, Prol. Av. Kim Il Sung, Edf. D1, Maputo, Moçambique

e-mail de contacto: professorhamelane@gmail.com

Resumo— A pesquisa teve como objectivos identificar as dificuldades conceptuais dos estudantes dos cursos de Física na Faculdade de Ciências da UEM na compreensão dos conceitos básicos de Electricidade. Os dados foram obtidos a partir de dois instrumentos de recolha, questionário e entrevista administrados antes e depois do ensino dos conceitos investigados. Na pesquisa foram usados dois métodos de análise de dados, quantitativo e qualitativo. Nos dados quantitativos obtidos do questionário foi usado o programa SPSS para obter informações como: frequência das respostas de cada item, percentagens das respostas certas e de cada opção alternativa e tabulação cruzada. As entrevistas com uma parte dos estudantes permitiram obter a versão qualitativa das respostas. Assim, as percentagens de respostas certas em cada uma das questões antes do ensino foram: corrente eléctrica em circuitos simples (40%), corrente eléctrica e voltagem em circuitos complexos (34%), conservação da corrente eléctrica (42%) e degradação da energia eléctrica (43%). Como consequência da utilização das estratégias de conflito cognitivo (incluindo a do tipo prevê-observa-explica), trabalho prático, mapa de conceitos e analogias, após o ensino num período de dois meses, houve melhorias na compreensão dos conceitos de corrente eléctrica em circuitos simples (83%), corrente eléctrica e voltagem em circuitos complexos (69%), conservação da corrente eléctrica (66%), e degradação da energia eléctrica (58%). A pesquisa conclui que o uso combinado das estratégias de ensino foi responsável pela melhoria dos resultados depois do ensino e recomenda-se o uso combinado destas estratégias no ensino da electricidade para melhorar a compreensão dos conceitos pelos estudantes.

Palavras-chave— Circuitos eléctricos, Estratégias de ensino, Energia, Física

I. INTRODUÇÃO

Tem sido preocupação de muitos educadores, o fato dos estudantes estarem demonstrando dificuldades na compreensão de conceitos básicos na electricidade [31, 25]. Várias são as causas para o efeito: (1) limitação do ensino da electricidade à resolução de problemas e exercícios; (2) dificuldades de encontrar estratégias adequadas de ensino que tornem o ensino da electricidade compreensível à maioria dos estudantes; (3) falta de equipamento, de entre outras. Estas causas, despertaram nos autores a necessidade de

estudar a qualidade da compreensão dos estudantes sobre alguns conceitos básicos da electricidade.

A cadeira de Electricidade e Magnetismo (EM) no Departamento de Física (DF) é leccionada no segundo semestre aos estudantes do 1^o ano dos cursos de Licenciatura em Física com uma carga semanal de oito horas. A cadeira é leccionada sob a forma de aulas teóricas (3 h), práticas (3 h) e laboratoriais (2 h). O conteúdo das matérias nesta cadeira de EM é: conceitos de interação e campo (5 h), força electrostática (6 h), campo eléctrico (11 h), potencial eléctrico (10 h), capacitores e dieléctricos (8 h), corrente contínua e resistência eléctrica (10 h), força electromotriz e circuitos eléctricos (13 h), indução electromagnética e o magnetismo da matéria (11 h), corrente alternada e a impedância eléctrica (16 h) e equações de Maxwell e ondas electromagnéticas (16 h).

Em relação às concepções alternativas no tópico de circuitos eléctricos nos processos de ensino e de aprendizagem que ocorrem em sala de aulas e fora delas, observou-se que aprender é influenciada por aquilo que os estudantes sabem [1]. Na literatura da educação em ciências naturais, têm sido empregues com maior frequência termos como “concepções erradas”, “formulações alternativas”, “interpretações alternativas”, “concepções alternativas”, “concepções espontâneas”, “pré-concepções”, “concepções dos estudantes”, de entre outros, para caracterizar o pensamento que os estudantes trazem da vida quotidiana para o ensino formal [14, 27, 25, 10].

[26], mostram que existem pelo menos 150 estudos reportando sobre as concepções alternativas dos estudantes no domínio da electricidade. Uma parte dos estudos indica que os estudantes possuem diferentes modelos acerca de como é que a corrente eléctrica flui em circuitos eléctricos simples [17, 3, 33, 4]. No caso de um circuito eléctrico simples, constituído por uma lâmpada ligada a uma fonte de tensão por meio de dois fios (figura 1), quatro modelos emergem, unipolar (figura 1a), cruzamento da corrente (figura 1b), consumidor da corrente (figura 1c) e modelo científico (figura 1d). Assim, além do modelo científico, os estudantes desenvolvem seus modelos conceptuais. No modelo unipolar, não há nenhuma corrente eléctrica no trajeto de retorno, somente um terminal da bateria é considerado essencialmente como ativo. Alguns estudantes pensam que somente um fio será suficiente para a lâmpada acender, outros pensam que o fio do retorno é necessário, mas com funções passivas.

O modelo ‘cruzamento de corrente’ é o modelo no qual a corrente flui no sentido da lâmpada e proveniente de am-

bos os terminais da bateria. O pensamento dos estudantes é de que ambos os terminais da bateria/fonte de tensão devem contribuir com algo para a lâmpada acender. O modelo ‘consumidor da corrente’, é o modelo no qual a bateria é o agente que dá uma quantidade fixa da corrente eléctrica e a lâmpada é o paciente que consome a corrente eléctrica. Finalmente, o modelo ‘científico’, é modelo no qual a corrente eléctrica flui em torno do circuito num sentido e é conservada [9, 25, 19]. Neste estudo, os investigadores pretendem ver em que medida os estudantes participantes possuem estas concepções alternativas sobre a corrente eléctrica.

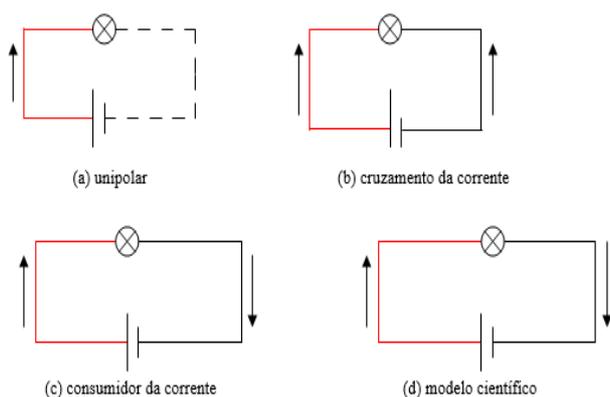


FIGURA 1: Modelos de corrente eléctrica

O estudo tem por objetivos identificar as dificuldades conceptuais dos estudantes dos cursos de Física na Faculdade de Ciências da UEM na compreensão dos conceitos básicos de Eletricidade, desenvolver/adotar e implementar estratégias de ensino da Eletricidade para melhorar a compreensão dos estudantes tendo em conta o contexto.

Ainda, da conversa com os docentes do DF resultou que os estudantes universitários dos cursos de Física, apresentam baixo rendimento na disciplina de Eletricidade, havendo necessidade de encontrar estratégias que favoreçam a compreensão dos conceitos em estudo. O estudo procura dar respostas às seguintes questões:

1) Que tipo de dificuldades conceptuais os estudantes universitário dos cursos de Física apresentam na compreensão dos conceitos de: a) corrente eléctrica em circuitos simples; b) corrente eléctrica e voltagem em circuitos complexos; c) conservação da corrente eléctrica; d) degradação da energia eléctrica?

2) Se os estudantes apresentam dificuldades conceptuais, com base na literatura, que estratégias poderão ser usadas no ensino de Eletricidade para melhorar a compreensão dos conceitos mencionados?

II. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção se faz uma revisão da literatura sobre as estratégias de ensino-aprendizagem que desenvolvem a compreensão conceptual dos estudantes, o conflito cognitivo, prevê-observa-explica, analogias, mapa de conceitos e trabalho prático.

É habitual os estudantes trazerem para a sala de aulas concepções diferentes, pois diferentes são as suas vivências quotidianas, nomeadamente as culturais, económicas e

sociais e por isso, advoga-se que o professor pratique uma pedagogia diferenciada, visando uma aprendizagem significativa [1].

A importância das concepções reside no fato de serem orientadas pelo pensamento dos indivíduos e influenciarem o seu comportamento, predispondo-os para a ação. A atividade do professor, por exemplo, consiste numa construção complexa baseada nas suas concepções acerca do currículo, da aprendizagem e do ensino. São estas concepções que influenciam a forma como o professor interpreta finalidades e os objetivos curriculares; e o tipo de práticas a que recorre para os alcançar [27]. O uso de estratégias diversificadas facilita a compreensão do conhecimento científico.

Diversos pesquisadores da área vêm-se dedicando incansavelmente à busca de estratégias instrucionais que levem em conta o que os estudantes pensam, como percebem e compreendem os fenómenos que vão ser estudados [22, 18, 28]. Uma parte das estratégias instrucionais usadas pelos pesquisadores têm sido: conflito cognitivo, prevê-observa-explica, analogias, mapas de conceitos, trabalhos laboratoriais e/ou trabalhos práticos.

Na estratégia do *conflito cognitivo*, o estudante é submetido a uma situação em que as suas ideias prévias sobre determinado fenómeno são colocadas em conflito com fatos observáveis, ou seja, suas previsões ou concepções alternativas são contrariadas por resultados experimentais [5, 2].

Logo, na sala de aulas, o processo do conflito cognitivo, começa por colocar o estudante a par das suas concepções alternativas bem como as dos seus colegas. Isto é alcançado através de um ensino conduzido para uma discussão em sala de aulas.

Depois, o conflito cognitivo é introduzido através de um ‘evento discrepante’. O estudante será levado ao reconhecimento de um problema e compreenderá sua incapacidade para resolvê-lo com a concepção existente na sua mente. A finalidade disto, é criar no estudante o estado do ‘conflito conceptual’, que o levará para mudanças conceituais. Assim, situações do conflito cognitivas devem ser organizadas a contradizerem as previsões dos estudantes [7].

O termo “*prevê-observa-explica*” é uma estratégia do processo de ensino e aprendizagem usado na educação em ciências naturais [17, 26, 8, 15, 11]. O uso desta estratégia consiste em apresentar/descrever aos estudantes um exemplo de uma demonstração a ser efectuada, pedindo-se a eles, a predição do que acontecerá como resultado de uma manipulação. Em seguida, a demonstração é efectuada, os estudantes observam o que acontece com o evento em estudo. Finalmente, se a predição e a demonstração entram em conflito entre si ou são diferentes, então há uma discussão crucial e por fim os estudantes devem explicar ou fornecer explanações sobre as diferenças no evento que acabaram de observar.

Uma *analogia* permite validar conceitos provenientes de eventos familiares a serem usados para formar uma passagem contínua proveniente de uma âncora para conceitos da ciência [29, 7]. Começa de uma âncora (uma situação concreta a qual estudantes possuem uma concepção correcta) e, por meio de situações intermédias, explanações pontuais são usadas para (a) um campo de entendimento dentro da intuição da âncora que os estudantes possuem; (b) ajudar os estudantes a desenvolver uma convicção de que o conceito alvo é de facto análogo ao campo da âncora em causa; e (c)

ajudar os estudantes a construírem um modelo qualitativo do conceito alvo baseado na intuição do problema da âncora em estudo [21].

Os *mapas de conceitos* funcionam como uma ponte entre o que o estudante já sabe e a aprendizagem que está a realizar. Com o aspecto de um diagrama esquemático, representam o modo como o estudante trabalhou e incorporou no seu esquema mental os novos conceitos que aparecem destacados e as relações significativas entre eles [20, 23].

O *trabalho prático* tem sido por excelência, um polo de debate e reflexão na educação em ciências, fazendo emergir intervenções, nem sempre convergentes, de professores, especialistas, decisores do currículo e responsáveis de políticas educativas. Embora periodicamente desacreditado (e, em certas ocasiões, qualificado como ‘perda de tempo’), a importância do trabalho prático na educação em ciências tem permanecido incontestada [12]. Os termos “trabalho de laboratório” (expressão usada na América do Norte), “trabalho prático” (expressão usada na Europa, Austrália e Ásia) e “experiências” são empregues praticamente como sinónimos.

De acordo com [6, 34, 13], “trabalho prático” é o conceito mais geral e inclui todas as actividades que exigem que o estudante esteja activamente envolvido e pode incluir actividades laboratoriais, trabalhos de campo, actividades de resolução de problemas de papel e lápis, utilização de um programa informático de simulação, pesquisa de informação na *internet*, etc.

III. METODOLOGIA/MÉTODOS

Nesta secção, apresentam-se as opções metodológicas do estudo como sendo a amostra, os instrumentos de recolha e análise de dados e as fases de desenvolvimento do estudo.

A amostra seleccionada é constituída por 53 estudantes de ambos os sexos, sendo 6 do sexo feminino e os restantes 47 do sexo masculino. A amostra foi seleccionada por questões de conveniência de uma população de 166 estudantes que frequentaram a cadeira de EM nos diferentes cursos do DF da UEM e 31 dos quais eram repetentes.

Como instrumentos de recolha de dados foram usados o questionário e entrevistas aos estudantes dos cursos já mencionados. Abaixo os investigadores elaboram de forma resumida sobre estes instrumentos.

3.1 CONCEPÇÃO DO QUESTIONÁRIO

A fim de identificar as dificuldades dos estudantes com o uso de circuitos eléctricos, foi preparado um questionário contendo 24 perguntas, das quais 8 são sobre a corrente eléctrica em circuitos simples, 8 sobre corrente eléctrica e voltagem em circuitos complexos, 6 sobre a conservação da corrente eléctrica e 2 sobre degradação da energia eléctrica. O método seguido consistiu em pedi-los para responderem ao mesmo antes do ensino. Fez-se uma análise das respostas. Depois, foram dadas aulas teóricas, práticas e laboratoriais correspondentes aos assuntos em estudo num período de dois a três meses. Após o ensino, foi novamente passado o questionário com a finalidade de analisar as mudanças conceptuais ocorridas.

3.2 ENTREVISTAS

Oito estudantes (4 aos pares e 4 individualmente) foram entrevistados. Devido ao gasto de tempo com as transcrições das entrevistas gravadas em cassetes e categorização das respostas, foram escolhidas as perguntas 5, 6 e 7 sobre a conservação da corrente eléctrica e degradação da energia eléctrica e é uma parte das que foram dadas no questionário. O objetivo das entrevistas (faladas e gravadas) era o de enriquecer a versão quantitativa das respostas conseguidas do questionário, pois captura expressões/aspectos qualitativos ligados ao raciocínio, atitudes, sentimentos e crenças dos estudantes. O esquema básico montado durante as entrevistas é o indicado na figura 2.

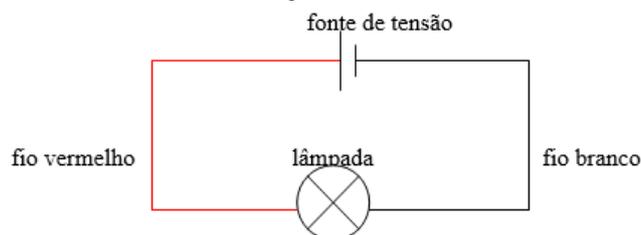


FIGURA 2: Esquema experimental usado na entrevista

Nos estudos foram usados dois métodos de análise de dados, quantitativo e qualitativo. Nos dados quantitativos foi usado o programa SPSS para obter percentagem de respostas e de cada opção alternativa e tabulação cruzada.

IV. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DO ESTUDO ANTES DO ENSINO

Nesta secção apresentam-se os resultados das respostas dos estudantes do questionário e das entrevistas antes do ensino dos conceitos. Devido à falta do espaço, aqui só se apresentam os resultados das respostas e entrevistas dos estudantes das perguntas 5, 6 e 7 sobre a conservação da corrente eléctrica e degradação da energia eléctrica.

4.2 RESPOSTAS DOS ESTUDANTES SOBRE A CONSERVAÇÃO DA CORRENTE ELÉTRICA E DEGRADAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

Para analisar as respostas dos estudantes sobre a conservação da corrente eléctrica foram usadas as perguntas 5 e 6 feitas a partir da figura 2, página 7. A tabela 1 mostra as percentagens das respostas dos estudantes às perguntas 5 e 6.

A análise das respostas dos estudantes na tabela 1, mostra que na pergunta 5, um total de 55% dos estudantes acha que a corrente eléctrica sai da fonte de tensão, flui através do fio branco até atingir a lâmpada, isto significa que admitem que a corrente eléctrica pode sofrer um cruzamento e a lâmpada acender. Este pensamento representa uma concepção alternativa que contém o modelo de cruzamento da corrente eléctrica (figura 1b). Apenas 25% dos estudantes acertaram na resposta, escolhendo a opção de que a corrente eléctrica sai da fonte de tensão, flui pelo fio vermelho, passa pela lâmpada, continua a fluir pelo fio branco até chegar à fonte de tensão. Por outro lado, 6% dos estudantes escolheu como opção de que a corrente eléctrica sai da fonte de tensão e flui pelo fio vermelho. Estes, ignoram as funções do fio branco, para eles um único fio é suficiente para a lâmpada acender, isto é não há nenhuma corrente no trajecto de retorno. A literatura [30, 25, 24] designam este tipo de pensamento de modelo unipolar da corrente eléctrica (figura 1a). Na pergunta 6, cerca de 30% dos estudantes é de opini-

ão que para a lâmpada acender o fio vermelho deve transportar mais corrente eléctrica que o fio branco. Estes não compreendem que a corrente eléctrica deve ser conservada em todo o circuito. Para eles, parte da corrente eléctrica é consumida na lâmpada.

conservação da corrente eléctrica e degradação da energia eléctrica, uma parte dos estudantes foi entrevistada antes do ensino. Na pesquisa, se apresenta o extrato de entrevistas de um par de estudantes, Mónica (E₃) e Jorge (E₄), entrevista-juntos. Nos extractos a letra I designa o entrevistador/investigador.

Tabela 1: Percentagens das respostas dos estudantes das perguntas 5, 6 sobre conceito da corrente eléctrica (N= 53)

Pergunta		Opções	Antes de ensino (%)	Depois de ensino (%)
Pergunta 5	Qual é o sentido da corrente eléctrica?	1. fonte de tensão → fio branco → lâmpada	55	35
		2. fonte de tensão → fio vermelho → lâmpada → fio branco → fonte de tensão	25	45
		3. fonte de tensão → fio vermelho	6	9
		4. fonte de tensão → fio vermelho → lâmpada → fio branco → lâmpada	14	11
		5. não sei	0	0
Pergunta 6	Compare o fio vermelho com o fio branco: para a lâmpada acender, necessita o fio branco de transportar:	1. mais corrente eléctrica que a do fio vermelho	30	20
		2. a mesma quantidade de corrente eléctrica que a do fio vermelho	50	60
		3. nenhuma corrente eléctrica em todos os fios	10	8
		4. uma corrente eléctrica menor que no fio vermelho	4	7
		5. não sei	6	5

N.B: negrito: opção correcta

A fim de investigar a compreensão dos estudantes sobre a degradação da energia eléctrica, foi usada a pergunta 7, feita a partir do circuito da figura 2 e os resultados das respostas dos estudantes indicadas na tabela 1.

Uma análise da tabela 2, mostra que na pergunta 7 apenas 43% dos estudantes escolheu a opção certa de que para a lâmpada acender o fio branco necessita de transportar ‘alguma energia eléctrica, mas menor que a do fio vermelho’. É interessante verificar que a percentagem dos que escolheram a opção que o fio branco deve transportar a mesma quantidade de energia que a do fio vermelho é significativa e igual a 30%. Talvez o pensamento destes estudantes é o de que nenhuma energia eléctrica é consumida pela lâmpada, chegando então a mesma quantidade de energia eléctrica no fio branco. Dois por cento dos estudantes escolheu a opção de que ‘nenhuma energia eléctrica em todo o fio branco’, inferindo-se que eles acreditam que o transporte de energia eléctrica pelo fio vermelho será suficiente para a lâmpada acender.

Apresenta aqui os resultados da sua investigação, discutindo ou não. É importante que estes resultados reflectam a resolução do problema que representa a questão pertinente científica dando resposta também pertinente.

4.3 ENTREVISTAS A ALGUNS ESTUDANTES SOBRE A CONSERVAÇÃO DA CORRENTE ELÉTRICA E DEGRADAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

Com o objectivo de enriquecer os dados quantitativos conseguidos com as perguntas de escolha múltipla sobre a

Tabela 2: Percentagens das respostas dos estudantes da pergunta 7 sobre degradação da energia eléctrica (N= 53)

Pergunta		Opções	Antes de ensino (%)	Depois de ensino (%)
Pergunta 7	Para a lâmpada acender, necessita o fio branco de transportar:	1. mais energia eléctrica que o fio vermelho	20	17
		2. a mesma quantidade de energia eléctrica que a do fio vermelho	30	20
		3. nenhuma energia eléctrica em todo o fio	2	0
		4. alguma energia eléctrica, mas menor que a do fio vermelho	43	58
		5. não sei	5	

N. B: negrito: opção correcta

Para as entrevistas foram escolhidas como base as perguntas 5, 6 e 7 (figura 2). Os dois estudantes que foram entrevistados como um par, para além de demonstrarem uma compreensão sobre a corrente eléctrica em circuitos simples, revelaram possuírem também outra compreensão sobre o que se passa com a energia no circuito, como se pode ler no seguinte extracto:

I: O que é que faz acender a lâmpada?

E₄: ...tem de haver alguma energia eléctrica ... nestes dois fios [aponta para o fio vermelho e depois para o fio branco]

...

E₃: Eu também sou da mesma opinião. Deve existir alguma energia eléctrica em ambos os fios e só desta forma a lâmpada acende...

No entanto, os estudantes Mónica (E₃) e Jorge (E₄), somente usam a palavra energia. Não indicam: (a) o sentido da corrente eléctrica; (b) se a energia é consumida/usada pela lâmpada e (c) se o fio vermelho transporta mais energia eléctrica que o fio branco.

4.4 DESENHO DA SEQUÊNCIA DO ENSINO ENTRE O PRÉ E O PÓS-INQUÉRITO

A seguir ao pré-teste e entrevistas antes do ensino, foram dadas algumas aulas, nomeadamente duas teóricas, duas práticas e duas laboratoriais. Um dos modelos úteis usados durante o ensino para esclarecer os conceitos de corrente eléctrica e voltagem em circuitos eléctricos é o modelo do circuito da água. A figura 3, mostra o referido modelo.

Neste modelo, o fluxo de água pelo tubo é análogo ao fluxo dos electrões transportados pela corrente eléctrica nos fios e o seu sentido é conservado. A bomba de água é análoga a uma bateria ou fonte de tensão. A parte estreita do tubo, na qual o fluxo de água passa é análogo à resistência eléctrica no circuito eléctrico. A pressão alta no modelo do circuito de

água é análoga à diferença de potencial no modelo do circuito eléctrico

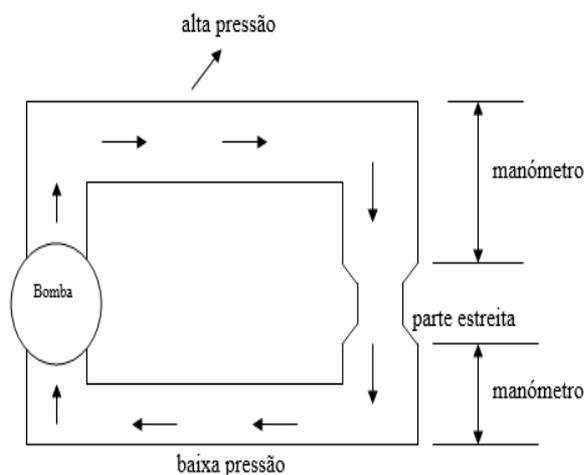


FIGURA 3: Modelo do circuito da água usado como analogia com o circuito eléctrico

4.5 RESULTADOS DO ESTUDO DEPOIS DO ENSINO

Nesta secção apresentam-se e analisam-se as respostas dos estudantes ao questionário e entrevistas (três meses depois do ensino). Os conceitos em estudo são os mesmos investigados no capítulo 5 antes do ensino.

A tabela 1, mostra que depois do ensino, houve um aumento no número de percentagens de respostas correctas. Por exemplo, na pergunta 5, 45% dos estudantes escolheram a opção certa de que o sentido da corrente eléctrica vai da fonte de tensão, passando pela lâmpada e regressando de novo à fonte de tensão e sempre no mesmo sentido. É importante notar que 35% dos estudantes escolheu como opção que o sentido da corrente eléctrica parte da fonte de tensão, passando pelo fio branco e terminando na lâmpada.

Na pergunta 6, o número de estudantes que escolheu a opção certa de que os fios branco e vermelho transportam a mesma quantidade de corrente eléctrica é igual a 60%. Mas, 20% escolheram como opção de que o fio branco transporta mais quantidade de corrente eléctrica que o fio vermelho, para eles a inclusão da lâmpada no circuito servirá para aumentar a quantidade de corrente eléctrica que vai passar para o fio branco. Além disso, 7% dos estudantes acreditam que o fio branco recebe o resto e por isso escolheram como opção que o fio branco vai transportar menor quantidade de corrente eléctrica que a transportada no fio vermelho, ignorando as regras da conservação da corrente eléctrica.

A fim de estudar a compreensão dos estudantes sobre a degradação da energia eléctrica foi usada a pergunta 7, tendo as respostas sidas indicadas na tabela 2. Pode-se ver que, os estudantes tiveram dificuldades, tendo 58%, conseguido escolher a opção certa de que “alguma energia eléctrica, mas menor que a do fio vermelho”. O número de estudantes que está preso ao conceito da conservação da energia eléctrica corresponde a 20% e, por isso, escolheu a opção de que o fio branco transporta a mesma quantidade de energia eléctrica que a transportada no fio vermelho. 5% dos estudantes escolheu a opção ‘não sei’, demonstrando as dificuldades com o tratamento do conceito de energia eléctrica.

4.6 ENTREVISTAS A ALGUNS ESTUDANTES SOBRE CONSERVAÇÃO DA CORRENTE ELÉTRICA E DEGRADAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

O par de estudantes, Mónica (E₃) e Jorge (E₄) entrevistados depois do ensino demonstrou possuir um maior progresso na compreensão dos conceitos da conservação da corrente eléctrica, como testemunha o extracto aqui registado:

I: Vocês podem explicar qual é a função da fonte de tensão no circuito?

E₄: A fonte de tensão no circuito funciona como gerador eléctrico.

E₃: Bem ...a fonte de tensão fornece a corrente para todo o circuito.

E₄: Também a fonte de tensão fornece energia eléctrica para o circuito.

I: De onde vem a corrente eléctrica que passa através da lâmpada?

E₄:... vem através do fio vermelho, atinge aqui [aponta para a lâmpada]... continua a manter o mesmo sentido e sai de facto por este fio [aponta para o fio branco]... e depois chega até a fonte de tensão mantendo o mesmo valor inicial...

I: O que significa valor inicial?

E₄: A quantidade de corrente eléctrica nos dois fios terá de ser a mesma, para a lâmpada poder acender...

I: Alguma energia eléctrica neste circuito?...

E₃: Sim, ... a fonte de tensão como um gerador eléctrico fornece energia eléctrica.... Ao fecharmos o circuito verificamos que a lâmpada acende e além disso depois de algum tempo ao tocarmos na lâmpada verificamos que ela aquece... e pelo efeito Joule há dissipação de energia eléctrica...

Uma análise do extracto permite concluir que, depois do ensino eles revelam algum conhecimento sobre a degradação da energia eléctrica. O modelo conceptual dos entrevistados coincide com o modelo dos cientistas, em que a corrente eléctrica flui em volta do circuito num único sentido e é conservada [25].

V. CONCLUSÕES

O estudo revela, que os estudantes apresentaram dificuldades para a compreensão dos circuitos eléctricos. Assim, em cada conceito investigado temos as seguintes conclusões:

(1) **Corrente eléctrica em circuitos simples:** Antes do ensino, 44% dos estudantes alcançaram respostas correctas em perguntas sobre a corrente eléctrica em circuitos simples, tendo a mesma percentagem aumentada para 83%, depois do ensino. Os estudantes, depois do ensino, revelaram possuir uma boa compreensão sobre a corrente eléctrica em circuitos simples. O ensino levado a cabo num período de dois a três meses contribuiu para ajudar os estudantes a abandonar as suas concepções erradas a favor da compreensão científica. No entanto, uma parte significativa dos estudantes (17%) continuou a oferecer resistência à mudança, mesmo depois do ensino. As entrevistas e o questionário, permitiram identificar os modelos dos estudantes sobre a corrente eléctrica em circuitos simples, nomeadamente o modelo unipolar, o modelo do cruzamento da corrente e o modelo científico. Porém, deve se salientar que os modelos encontrados não são novos, mas os reportados na literatura.

(2) **Corrente eléctrica e voltagem em circuitos complexos:** Antes do ensino, em média 34% dos estudantes alcançaram respostas correctas tendo a mesma percentagem aumentado

para 69%, depois do ensino. Uma das dificuldades dos estudantes está relacionada com a utilização indevida dos termos ‘diferença de potencial’, ‘voltagem’, ‘força eletromotriz’. No ensino secundário a utilização destes termos muitas vezes é feita com tendo o mesmo significado.

(3) **Conservação da corrente elétrica:** Antes do ensino, os estudantes revelaram dificuldades de natureza conceptual sobre a conservação da corrente elétrica. Apenas 42% dos estudantes é que conseguiu alcançar respostas correctas. Depois do ensino, essa percentagem sofreu um aumento em 27%, passando para 69%. As entrevistas efectuadas com uma parte dos estudantes revelaram que os mesmos tinham dificuldades de explicar os mecanismos de conservação da corrente elétrica em circuitos.

(4) **Degradação da energia elétrica:** O questionário e as entrevistas conduzidas revelaram pouco sobre o entendimento dos estudantes acerca da degradação da energia elétrica. O emprego das analogias (modelo do circuito de água), pode na opinião dos investigadores melhorar a compreensão do conceito.

Síntese das considerações: (1) pode se concluir que os resultados obtidos no estudo, poderão estar relacionados com as estratégias de ensino usadas que envolveram uma combinação de conflito cognitivo, mapas de conceitos, analogias, prevê-observa-explica e trabalho laboratorial; (2) em geral, os resultados alcançados com os estudantes universitários moçambicanos dos cursos de Física, mostram semelhanças com os reportados na literatura. Os padrões referenciados na literatura sobre os rendimentos dos estudantes universitários depois do ensino andam à volta dos 60%, sendo 35% no ensino pré-universitário [25, 19].

VI. RECOMENDAÇÕES

(1) recomenda-se que a estratégia do ensino seguida seja aplicada no ensino da Electricidade no DF para melhorar a compreensão dos conceitos básicos; (2) recomenda-se o uso combinado das estratégias de analogias, conflito cognitivo e prevê-observa-explica para melhorar a compreensão dos conceitos em estudo.

Apesar disso, o estudo apresenta algumas limitações. (1) os resultados obtidos reflectem apenas os pontos de vistas dos estudantes dos cursos de Física do DF da UEM. Não incluem por exemplo, opiniões e percepções de estudantes de outras Universidades moçambicanas; (2) o tempo disponível para trabalhar com os estudantes foi pouco. Tendo em conta os objectivos e a natureza da pesquisa, apesar das limitações acima referenciadas, os resultados aqui reportados são válidos.

REFERÊNCIAS

- [1] Agra, G.; Formiga, N. S.; Oliveira, P.S.; Costa, M. M. L.; Fernandes, M. G. M.; Nóbrega, M. M. L. Análise do conceito de Aprendizagem Significativa à luz da Teoria de Ausubel. *Rev Bras Enferm [Internet]*. 72(1):258-65. 2019.
- [2] Amaral, E. M. R.; Mortimer, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(3). 2011
- [3] Andrade, F. A. L.; Barbosa, G. F.; Silveira, F. L.; Santos, C. A. Recorrência de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 40, nº 3, e3406. 2018
- [4] Closset, J. L. Using Cognitive Conflict to Teach Electricity. In Duit, R., Jung, W. & Rhoneck, C. V. (eds.), P. 267-273. Aspects of Understand-

ing Electricity. *Proceedings of an International Workshop*. Ludwigsburg, Sept. 10 to 14, 1984.

- [5] Dias, D. W. S.; Lira, M. R. *Modelos de ensino de Ciências: implicações na prática e na formação docente*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho. 2017
- [6] Dourado, L. Trabalho Prático (T P), Trabalho Laboratorial (T L), Trabalho de Campo (T C) e Trabalho Experimental (T E) no Ensino das Ciências - contributo para uma clarificação de termos. *Ensino Experimental das Ciências*. Imprensa: Seleprinter, Lda. Lisboa. 2001
- [7] Duit, R.; Treagust, D. F. Students’ conceptions and constructivist teaching approaches. *Improving science education*, 46-69. 1995
- [8] Fernandes, M. F. P. S. *Atividades laboratoriais do tipo POER no 1º ceb: três propostas didáticas para o estudo da influência dos fatores abióticos na vida animal*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 2013
- [9] Ferreira, R. C. A.; Paiva, E. C.; Dourado, L. F. N. Electricidade: da geração à distribuição; aspectos históricos e proposta didática para o ensino. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 04, Ed. 03, Vol. 04, pp. 51-102. ISSN: 2448-0959. 2019
- [10] Gilbert, J. K.; Osborne, R. J.; Fensham, P. J. Children’s Science and Its Consequences for Teaching. *Science Education* 66(4): 623-633. 1982
- [11] Gunstone, R. F.; White, R. T. Metalearning and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 11:5, 577-586. 1989
- [12] Hodson, D. Assessment of practical work. Some considerations in *Philosophy of Science and Education review*, 1, p.115-144. 1992
- [13] Hodson, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. *Educational Philosophy and Theory*, 20, 53 – 66. 1988
- [14] Karaarslan, A.; Çetin, S. An Exploration of Student Misconceptions in Electrical and Electronics Engineering Department. *International Scientific and Vocational Journal (ISVOS journal)*. 2(2):12-19. 2018
- [15] Leite, L. O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M. et al. (org.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho, 91 - 108. 2000
- [16] Machado. Atividades laboratoriais com materiais de baixo custo: um estudo com professores timorenses. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 18, Nº 1, 198-223. 2019
- [17] Magalhães, A. A. Circuitos elétricos- uma sequência didática utilizando recursos tecnológicos. *Pesquisa em ensino da Física*. Atenas Editor. 2019
- [18] Magalhães, A. M. C. *A aprendizagem cooperativa enquanto estratégia para promoção da atenção dos alunos*. Relatório da Prática de Ensino Supervisionada. Universidade de Lisboa. Lisboa. 2014
- [19] Moleli, E. M. *An investigation of alternative frameworks in electric circuits with particular reference to LESPEC students*, Lesotho. 112f. Unpublished MSc dissertation, Free University of Amsterdam. 1992
- [20] Moreira, M. A. *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa*. Revisado em 2012. Disponível em: Acesso em: 05 nov. 2013.
- [21] Mutimucuo, I. V. *Improving Students’ Understanding of Energy: A Study of the Conceptual Development of Mozambican First-Year University students*. VU Huisdrukkerij, Amsterdam. 1998
- [22] Nicola, J. A.; Paniz, M. Z. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. *Infor, Inov. Form., Rev. NEAD-Unesp*, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016. ISSN 2525-3476. 2016
- [23] Novac, J. D.; Gowin, D. B.; Johansen, J. T. The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science Education* 67(5): 625 – 645. 1983
- [24] Osborne, J. & Freeman, J. *Teaching Physics: a guide for non-specialist*. Cambridge University Press. 180 p. 1989
- [25] Pardhan, H. & Bano, Y. Science teachers’ alternative conceptions about direct-currents. *International Journal of Science Education*, vol.23, n.3, 2001, p. 301-318. 2001

- [26] Peixoto, A. *Prevê, observa, explica e reflete: atividades laboratoriais na formação de educadores e professores*. XV Simposium Internacional sobre eleprácticum e las prácticas externas (Poio 2019). 2019
- [27] Reis, P. R. *A escola e as controvérsias sociocientíficas: Perspectivas de alunos e professores*. Escolar Editora. Lisboa. 2008
- [28] Rowell, J. A.; Dawson, C. J. Equilibration, conflict and instruction: A new class-oriented perspective, *European Journal of Science Education*, 7:4, 331-344, DOI: [10.1080/0140528850070401](https://doi.org/10.1080/0140528850070401). 1985
- [29] Salvador, A. I. N. *O Ensino e a Aprendizagem dos Circuitos Elétricos: utilização de Analogias e da Resolução de Problemas*. Tese de Doutoramento. Universidade de Coimbra. 2016
- [30] Silva, C.; Baptista, M. Tarefas de investigação na aprendizagem do tema corrente elétrica e circuitos elétricos. *Revista Multimédia de Investigação em Educação*. Sensos-e Vol: III Num: 2 ISSN 2183-1432. 2019
- [31] Soares, M. P. N. M.; Ferreira, M.; Strapasson, A. B.; Filho, O. L. S. Mediando a aprendizagem de circuitos elétricos em física: proposta de sequência didática utilizando o modelo flipped classroom. *Physicae Organum*, v. 5, n. 2, p. 1-13, Brasília. 2019
- [32] Tabile A. F.; Jacometo, M. C. D. Fatores influenciadores no processo de aprendizagem: um estudo de caso. *Revista da Associação Brasileira de Psicopedagogia*. V.34, (103). 2017
- [33] Turgut, Ü.; Gürbüz, F.; Turgut, G. *An investigation 10th grade students' misconceptions about electric current*. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 15 (2011) 1965–1971. Available online at www.sciencedirect.com. 2011
- [34] Villani, A.; Barolli, E.; Cabral, T. C. B.; Fagundes, M. B.; Yamazaki, M. S. Filosofia da ciência, história da ciência e psicanálise: analogias para o ensino de ciências. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, v.14, n1: p.37-55, abril. 1997