

O ESTUDO DO COMPORTAMENTO DUAL DA LUZ COM A MEDIAÇÃO DA APRENDIZAGEM COOPERATIVA: UMA ANÁLISE QUALITATIVA DO EFEITO FOTOELÉTRICO

The study of dual light behavior with mediation of cooperative learning: a qualitative analysis of the photoelectric effect

Francisco Ivanildo de Sousa [pfivanildosousa@gmail.com]

Ana Raquel Pereira de Ataíde [arpataide@yahoo.com.br]

Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - CEP 58429-500 - Campina Grande/PB

Recebido em: 23/07/2019

Aceito em: 12/02/2020

Resumo

Considerando a necessidade de novas abordagens metodológicas para o ensino de Física com vistas à formação integral do estudante, descrevemos neste artigo os resultados da aplicação de uma sequência didática aportada nos pressupostos teórico-metodológicos da aprendizagem cooperativa, para estudantes da terceira série do ensino médio de uma escola pública do estado do Ceará. Esta metodologia de estudo em pequenos grupos tem se apresentado como recurso promissor para a melhoria do ensino e da aprendizagem na disciplina de Física ao promover a interação entre os pares, a resolução de conflitos, a redução da competitividade, a criação de espaços de discussão e o confronto saudável de ideias imprescindíveis para a construção do conhecimento. O objetivo da sequência didática é auxiliar os estudantes na construção qualitativa dos conceitos relacionados à dualidade onda-partícula e ao efeito fotoelétrico. Para tanto, três atividades cooperativas foram propostas sobre a temática e sua aplicação foi viabilizada a partir da utilização dos métodos cooperativos Jigsaw, Think-Pair-Share e Cabeças Numeradas. Os resultados obtidos indicam que as estratégias cooperativas utilizadas favoreceram a construção conceitual esperada.

Palavras-chave: Efeito Fotoelétrico; Aprendizagem Cooperativa; Ensino de Física; Sequência Didática.

Abstract

Considering the need for new methodological approaches to physics teaching with a view to the integral formation of the student, we describe in this article the results of the application of a didactic sequence contributed in the theoretical and methodological presuppositions of the cooperative learning, for students of the third year of the public schools in the state of Ceará. This methodology of small group study has been presented as a promising resource for the improvement of teaching and learning in the discipline of Physics by promoting interaction among pairs, conflict resolution, reduction of competitiveness, creation of discussion spaces and the healthy confrontation of essential ideas for the construction of knowledge. The purpose of the didactic sequence is to help students in the qualitative construction of concepts related to wave-particle duality and photoelectric effect. In order to do so, three cooperative activities were proposed on the subject and its application was made possible by the use of the cooperative methods Jigsaw, Think-Pair-Share and Numbered Heads. The results indicate that the cooperative strategies used favored the conceptual construction expected.

Keywords: Photoelectric Effect; Cooperative Learning; Teaching Physics; Sequence Didactic.

Introdução

Na sociedade da informação e da comunicação em que os estudantes são frequentemente bombardeados por informações de diversas fontes a escola vem deixando de ser a primeira e talvez a principal fonte de conhecimento. São poucos “os furos informativos reservados à escola. Os alunos [...]; nem sequer precisam procurar pela informação: é ela que, em formatos quase sempre mais ágeis e atraentes do que os utilizados na escola, procura por eles” (POZO; CRESPO, 2009, p. 24). Esta sociedade, porém, exige da escola além do cumprimento da função que lhe é peculiar - difundir o conhecimento científico historicamente acumulado, que ela habilite os estudantes para o trabalho em equipe e para intervir de forma autônoma, crítica e colaborativa frente os desafios social e culturalmente instituídos.

Todavia, apesar desse cenário, em grande parte das escolas brasileiras o ensino de Física ainda é realizado sob a perspectiva da abordagem “tradicional”, para a qual a aprendizagem pressupõe a transmissão de “[...] uma coleção de fatos objetivos governados por leis [...]” (POZO; CRESPO, 2009, p. 20). Conforme Pozo e Crespo (2009) ainda é ensinado que o conhecimento científico baseia-se no rigor do “método científico”, sendo a observação a meio para se extrair leis e princípios enterrados sob a aparência da realidade.

Para Pozo e Crespo (2009) ao compreender o saber científico sob esta ótica positivista pode-se incorrer no risco de desvinculá-lo do mundo real e, por conseguinte do contexto do estudante, bem como conceber o ensino como um processo de transmissão-recepção de conhecimentos pautado na técnica desprezando-se as etapas de sua construção como fundamentais para a evolução cognitiva dos sujeitos.

Além disso, numa estrutura educacional arrolada na transmissão de conteúdo não há espaço para discussões acerca da influência da ciência física no desenvolvimento tecnológico, que consiste num elemento essencial que precisa estar presente nas dinâmicas das discussões de sala de aula, principalmente no ensino médio, pois, conforme Delizoicov e Angotti (1992), as ciências naturais, e em particular a Física, possuem em sua estrutura os elementos que permitem aos sujeitos, que detém o mínimo de conhecimento a seu respeito, a capacidade de compreender a natureza e os processos tecnológicos em situações sociais, reais e concretas e principalmente aplicá-las nessas e em outras circunstâncias.

Porque os estudantes não aprendem a Física que lhes é ensinada? Pozo e Crespo (2009, p. 23) fornecem as diretrizes para responder a essa questão ao dissertarem que “Aprender não é fazer fotocópias mentais do mundo, assim como ensinar não é enviar um fax para a mente do aluno, esperando que ela reproduza uma cópia no dia da prova, para que o professor a compare com o original enviado por ele anteriormente”.

Diante disso, propomos algumas reflexões importantes concernentes ao ensino de física engendrado por uma grande parcela dos professores desta disciplina nos diversos níveis e modalidades de ensino. Até que ponto um ensino que considera o estudante objeto do conhecimento não participante ativo do ato de aprender, pode suprir as demandas de uma sociedade que exige pessoas cada vez mais cooperativas e menos competitivas e individualistas? Como formar cidadãos capazes de intervir de forma crítica e autônoma na escola e principalmente fora dela? Como a escola pode responder aos desafios impostos pela sociedade diante da resistência que se estabelece a qualquer tentativa de rompimento com o modelo educacional a muito estabelecido?

Urge, portanto, pensar a necessidade de se desenvolver abordagens pedagógicas que coloquem os estudantes como atores e principais autores no processo de ensino e aprendizagem,

propiciando o desenvolvimento de competências que gerem autonomia, posicionamento crítico, capacidade de resolver problemas e eficiência no aprendizado conceitual.

O presente estudo tem como objetivo descrever a aplicação de uma sequência didática elaborada a partir dos pressupostos teórico-metodológicos da aprendizagem cooperativa, para estudantes da terceira série do ensino médio de uma escola pública do estado do Ceará, com vistas a auxiliá-los na compreensão da natureza dual da luz e na construção qualitativa de conceitos importantes acerca do efeito fotoelétrico.

Apresentação da sequência didática

Esta sequência didática foi aplicada em três encontros de duas aulas cada perfazendo um total de seis aulas de cinquenta minutos, sendo composta por três atividades baseadas na metodologia da aprendizagem cooperativa, com o objetivo de auxiliar os estudantes da 3ª série do ensino médio na compreensão da natureza dual da luz, tendo como conteúdo âncora o feito fotoelétrico. A escolha da temática deveu-se à sua vasta aplicabilidade prática em diversos setores e tecnologias disponíveis no mercado, pela sua importância para o surgimento de uma nova concepção da ciência Física – Física Quântica – bem como pela escassez de propostas de ensino voltadas para o Ensino Médio. No Quadro 1 consta, a quantidade de aulas necessárias para a aplicação, os conteúdos abordados e os recursos pedagógicos utilizados.

Quadro 1 – Apresentação do conteúdo, temática e número de aulas.

Atividade	Temática a ser discutida	Nº de aulas
Os modelos ondulatório e corpuscular da luz	1. Aplicação de um questionário de conhecimentos prévios Duração da atividade: 10 minutos	2 aulas
	2. Exibição do vídeo (A saga do prêmio Nobel – parte 1). 3. Duração da atividade: 10 minutos	
	4. Revisão dos conceitos básicos de ondulatória. Duração da atividade: 25 minutos	
	5. Leitura e discussão dos textos (Texto 01 - Antecedentes: a natureza da luz antes do século XVII; Texto 02 - Mudança de cenário: revoluções e mais controvérsias; Texto 03 - Ressurgimento da teoria ondulatória: a experiência de Young) em células cooperativas no método <i>Jigsaw</i> . Duração da atividade: 50 minutos	
	6. Encerramento do primeiro encontro – processamento de grupo Duração da atividade: 5 minutos	
O efeito fotoelétrico	1. Retomar as discussões da aula anterior para introduzir a temática do efeito fotoelétrico. Duração da atividade: 10 minutos	2 Aulas
	2. Leitura de texto (Texto 05 - O efeito fotoelétrico e o abalo no modelo ondulatório da Luz) sobre efeito fotoelétrico discussão em células – Método cooperativo Pensar-Formar pares-Partilhar . Duração da atividade: 40 minutos	
	3. Utilização do software PhET para problematizar e potencializar a apropriação de conceitos relativos ao efeito fotoelétrico. Duração da atividade: 45 minutos	
	4. Encerramento do primeiro encontro – processamento de grupo Duração da atividade: 5 minutos	
Encerramento da unidade didática	1. Retomar a discussão do efeito fotoelétrico – a partir do exposto na aula anterior. Duração da atividade: 35 minutos	2 Aulas
	2. Atividade Lápis e papel – Método cooperativo Cabeças Numeradas .	

	Duração da atividade: 60 minutos	
	3. Encerramento do primeiro encontro – processamento de grupo	
	Duração da atividade: 5 minutos	

Fonte: Elaboração própria (2019)

Para realização das atividades propostas sobre a temática, foram utilizados os métodos cooperativos Jigsaw, Pensar-Formar pares-Partilhar e Cabeças Numeradas.

A aprendizagem cooperativa e a caracterização dos métodos utilizados

A aprendizagem cooperativa pode ser compreendida como um exercício educacional realizado em pequenos grupos em que os estudantes trabalham juntos visando atingir um objetivo comum, orientados por atividades intencionalmente elaboradas e claramente designadas. Como explicita Johnson, Johnson e Holubec (1999, p. 5) “A aprendizagem cooperativa é o emprego didático de grupos reduzidos nos quais os alunos trabalham juntos para maximizar sua própria aprendizagem e a dos demais”.

Os estudantes são organizados em pequenos grupos que após receberem instruções do professor começam a trabalhar conforme o que foi solicitado, até que todos os componentes consigam compreender e completar a tarefa com sucesso. Nessa perspectiva, Campos et al. (2003, p. 26) dissertam que a “aprendizagem cooperativa é uma técnica ou proposta pedagógica na qual os estudantes ajudam-se no processo de aprendizagem atuando como parceiros entre si [...]”. Assim a aprendizagem cooperativa é um conjunto de métodos que podem ser utilizados pelo professor para organizar, orientar e conduzir o processo de ensino e fomentar a aprendizagem.

Dispor os estudantes em grupos e solicitar que trabalhem juntos não é desenvolver uma atividade cooperativa, sentá-los à volta de uma mesa para que possam interagir uns com os outros sem estruturar a comunicação, o diálogo e a participação equitativa entre eles não é cooperação. Lopes e Silva (2009, p. 15) referem a esse respeito “pôr os alunos a trabalhar em grupo para aprenderem não o mesmo que estruturar a cooperação entre os alunos”. Para que qualquer atividade em grupo seja verdadeiramente cooperativa os seguintes cinco elementos básicos precisam estar presentes: interdependência positiva, responsabilidade individual, interação Face-a-Face, habilidades sociais e processamento de grupo. Sem o estabelecimento dessas condições pelo professor não pode haver cooperação (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999).

A **interdependência positiva** é o núcleo da aprendizagem cooperativa. Será assegurada quando todos os membros do grupo são conscientes de que não poderão alcançar o êxito na realização de uma atividade a menos que também o alcancem seus companheiros. Para que isso ocorra todos os membros do grupo precisam ter tarefas e funções designadas responsabilizando-se por elas (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999, LOPES; SILVA, 2009). Cohen e Lotan (2017, p. 85) “é essencial tornar cada aluno pessoalmente responsável por contribuir para o sucesso de sua equipe e pelo domínio dos conceitos envolvidos”. Assim, a interdependência positiva atua como o agente gerador de situações interativas onde os alunos, em pequenos grupos, trabalham em conjunto para maximizar a aprendizagem da equipe, partilhando recursos, encorajando-se mutuamente e celebrando o sucesso juntos (LOPES; SILVA, 2009).

A **responsabilidade individual** é caracterizada pelo compromisso individual consigo mesmo e com os demais componentes da célula. Cada membro da célula responsabiliza-se pelas aprendizagens e tarefas atribuídas. A ninguém é dado o direito de aproveitar-se do trabalho do outro (LOPES; SILVA, 2009).

A **Interação Face-a-Face** atua como agente promotor da interdependência positiva, maximizando a oportunidade de os estudantes atuarem como sujeitos da aprendizagem e do sucesso uns dos outros. Para Lopes e Silva (2009, p. 18),

[...] enquanto a interdependência positiva cria as condições para que os alunos trabalhem juntos, é a interação face a face que efetiva as possibilidades de que os alunos trabalhem em conjunto, promovam o sucesso uns dos outros e estabeleçam as relações pessoais que serão essenciais para o desenvolvimento dos valores pluralistas.

Nesse sentido Johnson, Johnson e Smith (1998, p. 93); Johnson, Johnson e Holubec (1999) esclarecem que a cooperação resulta da interdependência positiva, que por sua vez deriva da interação promotora ou face a face, onde “os indivíduos estimulam e facilitam os esforços mútuos para se aprender”, movidos entre si pelo mesmo objetivo. Para obter-se uma interação promotora eficaz os grupos devem ser suficientemente pequenos (2 a 4 elementos), assim todos podem interagir e participar de forma equitativa, permitindo que o grupo ganhe consciência dos seus objetivos de trabalho e os aceite (LOPES; SILVA, 2009).

De acordo com Johnson, Johnson e Smith (1998), por não serem natas, as **habilidades sociais**, tal como os conteúdos acadêmicos, precisam ser ensinadas. Quanto maior o nível de desenvolvimento das habilidades sociais, maior o grau de cooperação entre os alunos e maior o nível de envolvimento com as atividades propostas pelos professores. Lopes e Silva (2009, p. 19) reportam “que o professor tem que lhes ensinar as práticas do trabalho em equipe com a mesma seriedade e precisão com que ensina as matérias escolares”. O sucesso de um grupo cooperativo exige o desenvolvimento de habilidades interpessoais, orientar os alunos para trabalharem um ao lado do outro não garante um trabalho eficaz.

Os estudantes precisam ter a oportunidade de trabalharem juntos de forma cooperativa, a fim de desenvolverem as capacidades sociais necessárias para o sucesso do grupo. A ausência dessas competências potencializa o insucesso na aplicação da aprendizagem cooperativa.

O **processamento de grupo** deve ser realizado sempre que um projeto de aprendizagem é concluído sendo, portanto, sistemático e periódico. Ele permite que a célula reflita sobre o seu desempenho na medida em que seus membros analisam o alcance das metas estabelecidas e as estratégias para tornar mais eficaz o seu trabalho. Configura-se também como a oportunidade para que cada elemento do grupo possa identificar quais ações foram positivas e que deverão ser mantidas e quais ações não contribuíram para o bom desempenho da equipe e que compromissos serão feitos para buscar a eficiência do grupo (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999). Deve-se dar tempo e condições suficientes aos alunos para que avaliem o modo como estão desempenhando suas funções dentro do grupo, como têm posto em prática as competências sociais trabalhadas e assegurar que a cada componente receba feedbacks pela sua participação.

O método Jigsaw

Segundo Cochito (2004) o método Jigsaw foi desenvolvido por Eliot Aronson no final dos anos 70 e caracteriza-se por um conjunto de procedimentos específicos adequados ao desenvolvimento de competências cognitivas de nível superior. A utilização dessa técnica ocorreu pela primeira vez em 1971, nos Estados Unidos (Austin, Texas), durante um período de luta por direitos civis, em que jovens brancos e afro-americanos se encontravam pela primeira vez na escola sob um clima de mútua desconfiança e conflitos constantes.

Ainda segundo Cochito (2004), ao discutir a questão com os alunos, Aronson conclui que o problema era agravado pela estrutura da sala de aula, bem como pelo incentivo à competição em busca das melhores notas. A solução foi estruturar o trabalho de forma cooperativa, dividindo os alunos em grupos onde para a concretização de um produto final é essencial à participação individual de cada estudante. Assim, o quebra-cabeça só estará concluído quando todas as peças estiverem devidamente encaixadas (TEODORO; QUEIROZ, 2011). A utilização do método Jigsaw favorece o entendimento do conteúdo proposto, melhora as relações interpessoais, visto que os estudantes partem

de um objetivo comum ao desenvolverem suas atividades, o que gera um clima de interação entre os membros das células (FERREIRA; CANTANHEDE; CANTANHEDE, 2017).

O método Jigsaw recebe essa denominação em virtude da fragmentação de um tema principal em tópicos. Os estudantes são organizados em pequenos grupos, chamados de grupo base, nos quais cada um recebe um tópico para leitura e discussão. O objetivo desse grupo é que os estudantes tenham um primeiro contato com o seu tópico de estudo. Após a leitura individual o grupo base é desfeito, forma-se nesse momento o grupo de especialistas, composto por estudantes que possuem o mesmo tópico. Segundo Marques et al. (2015), no grupo de especialistas busca-se o aprofundamento da discussão sobre um tópico específico. Concluída as discussões nos grupos de especialistas cada estudante retorna ao seu grupo base, agora especialista no seu tópico e socializa com os demais o conhecimento adquirido. A Figura 1 ilustra de forma esquemática a estrutura organizacional do método Jigsaw.



Figura 1 - Representação esquemática do método cooperativo Jigsaw

Fonte: Fatareli et al. (2010)

O método Pensar-Formar pares-Partilhar (Think-Pair-Share)

O método cooperativo Pensar-Formar pares-Partilhar foi desenvolvido por Frank Lyman, em 1978, e caracteriza-se como uma estratégia que incentiva a participação dos estudantes podendo ser utilizada em todos os níveis e áreas de ensino (CARVALHO, 2017; LOPES; SILVA, 2009). Segundo Lopes e Silva (2009, p. 141) o método Pensar-Formar pares-Partilhar proporciona “aos alunos “alimento para o pensamento” em relação a determinados assuntos, permitindo-lhes formular ideias individuais e partilhá-las com outro colega”.

O método é adequado para encorajar a participação dos alunos na aula. Para Lopes e Silva (2009, p. 141) “em vez de usar o método tradicional de verificação de conhecimentos em que o professor coloca uma questão e um aluno dá a resposta, o pensar-formar pares-Partilhar encoraja a elaboração de respostas de nível superior pelos alunos e pode ajudar a mantê-los envolvidos na

tarefa”. O fato de poder pensar sobre determinada resposta com pelo menos outro colega, antes de apresentar a sua resposta à turma, aumenta o nível de participação e envolvimento dos estudantes na aprendizagem na aula (LOPES; SILVA, 2009). Os estudantes são organizados em pequenos grupos para juntos lerem um texto, pensarem sobre uma questão ou um problema colocado.

Segundo Carvalho (2017) esta estratégia consiste em três etapas distintas:

- 1. Think/pensar:** Os estudantes pensam sobre uma questão ou sobre um problema que lhes foi colocado de forma independente, formando as suas próprias ideias, as suas próprias soluções. Esta fase permite ao estudante tempo para pensar nas suas próprias respostas;
- 2. Pair/formar pares:** Os estudantes são agrupados em pares para discutir as suas opiniões. Esta etapa permite, por um lado, que o estudante partilhe as suas ideias e, por outro, que escute a opinião do seu par;
- 3. Share/partilhar:** Os estudantes e os seus colegas compartilham as ideias com um grupo maior, podendo ser extensível a toda a turma. Por vezes, os estudantes sentem-se mais confortáveis a apresentar ideias a um grupo quando têm o apoio de um parceiro.

Para Lopes e Silva (2009) o Pensar-Formar pares-Partilhar pode ser utilizado em todas as disciplinas, pois favorece a partilha de informação, escuta ativa, reforço e aprofundamento de ideias, desenvolve o pensamento crítico a autoestima. Logo, favorece o desenvolvimento das competências sociais, motiva as discussões, desenvolve a consciência metacognitiva, estimula a partilha de ideia e refina o pensamento (CARVALHO, 2017). Sendo, portanto, adequado para revisão de conceitos, resolução e discussão de questões ou problemas, desenvolvimento de conteúdos e encerramento de uma unidade didática.

A possibilidade de participação equitativa de todos os estudantes faz com que estes se sintam confiantes na apresentação de suas ideias. Para a aplicação do método são necessários os seguintes passos adaptados de Lopes e Silva (2009, p. 142):

1. Constituir equipas de 4 membros e numerá-los de 1 a 4;
2. Atribuir um problema ou assunto aos estudantes para resolver;
3. Designar tempo para que os estudantes pensem sobre o assunto ou problema;
4. Formar pares a partir dos números atribuídos (por exemplo, estudante 1 e 3, 2 e 4);
5. Orientar que os estudantes discutam o problema ou assunto com o par;
6. Finalmente o professor indica alguém ao acaso para partilhar com a turma suas ideias.

A Figura 2 ilustra de forma esquemática a estrutura organizacional do método cooperativo pensar-formar pares-partilhar (Think-Pair-Share).

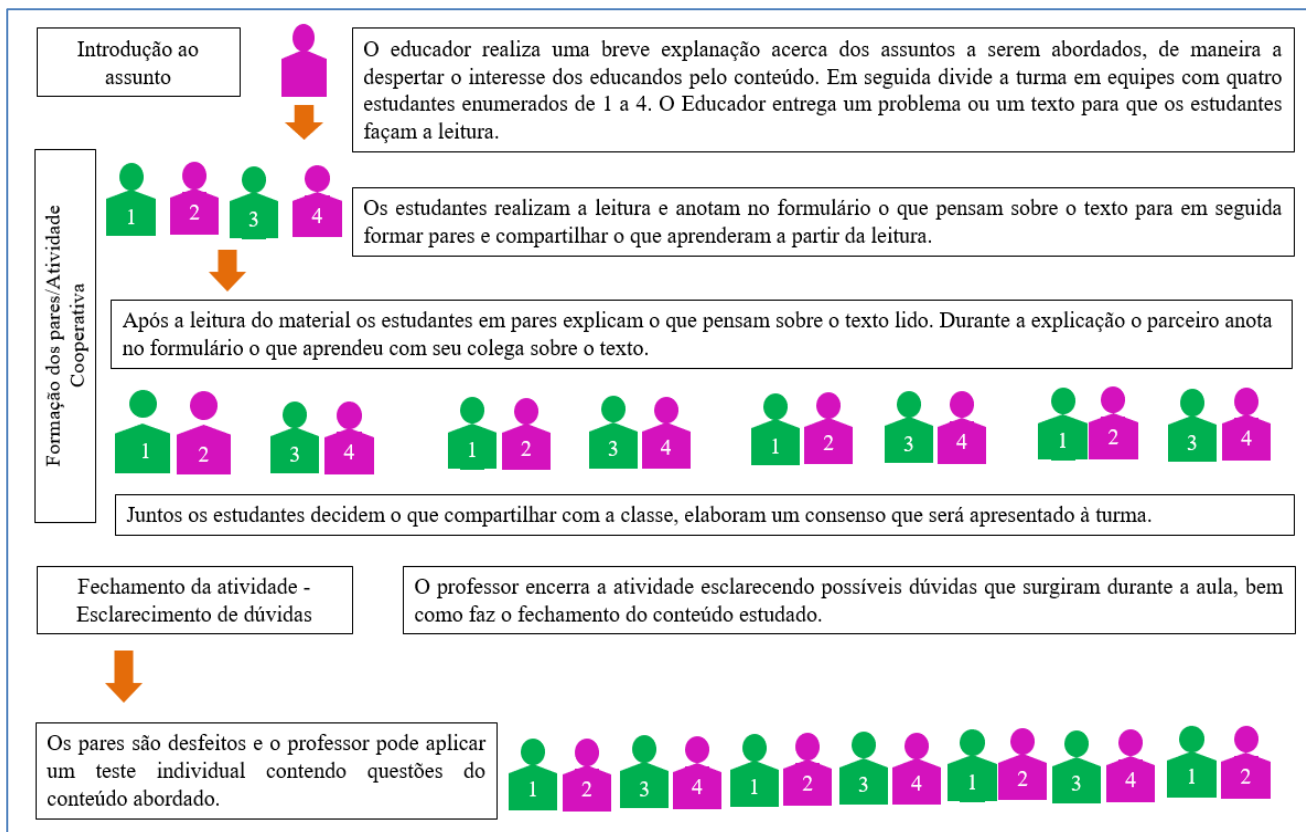


Figura 2 - Representação esquemática o método pensar-formar pares-partilhar

Fonte: elaboração própria (2019)

O método Cabeças Numeradas

De acordo com Lopes e Silva (2009), o método cabeças numeradas foi desenvolvido por Spencer Kagan, sendo uma estratégia excelente para associar parceiros de aprendizagem em grupos de quatro elementos. Esse método segundo Lopes e Silva (2009, p. 91) “torna os alunos mais dispostos a assumir riscos e a sugerir ideias para a turma porque já foram testados no grupo”. Para os autores o método “permite que todos os alunos desenvolvam as respostas para as questões propostas, as quais têm de revelar as razões que foram pensadas e discutidas para a sua obtenção e incorpora componentes essenciais ao desenvolvimento do trabalho nos grupos [...]” (LOPES; SILVA, 2009, p. 91).

Para a aplicação do método cabeças numeradas utilizamos os seguintes passos de acordo com Lopes e Silva (2009, p. 92):

1. Formar equipes com 4 estudantes;
2. Atribuir um número a cada estudante;
3. Atribuir de acordo com o assunto uma ou mais questões de resposta curta, verdadeira ou falsa, escolha múltipla ou de complemento;
4. Pedir a cada uma das equipes que encontrem uma resposta para a questão ou questões colocadas, garantindo que todos participem e conheçam a melhor estratégia para resposta;
5. Após algum tempo trabalhando na resolução do problema atribuído através de sorteio o professor indica um número. O aluno sorteado deverá apresentar à turma a resposta do problema;
6. Caso acertem a questão os colegas felicitam-se.

Papeis atribuídos aos estudantes durante as atividades cooperativas

De acordo com Ferreira, Cantanhede e Cantanhede (2017) cabe ao professor estruturar os grupos com antecedência à aplicação de qualquer atividade, levando em conta principalmente na

formação dos grupos base as habilidades de cada estudante. Além disso, deve ser atribuído a cada estudante uma função específica dentro grupo. Na Figura 3 apresentamos alguns dos papéis que podem ser utilizados pelos professores durante a execução de qualquer atividade cooperativa.

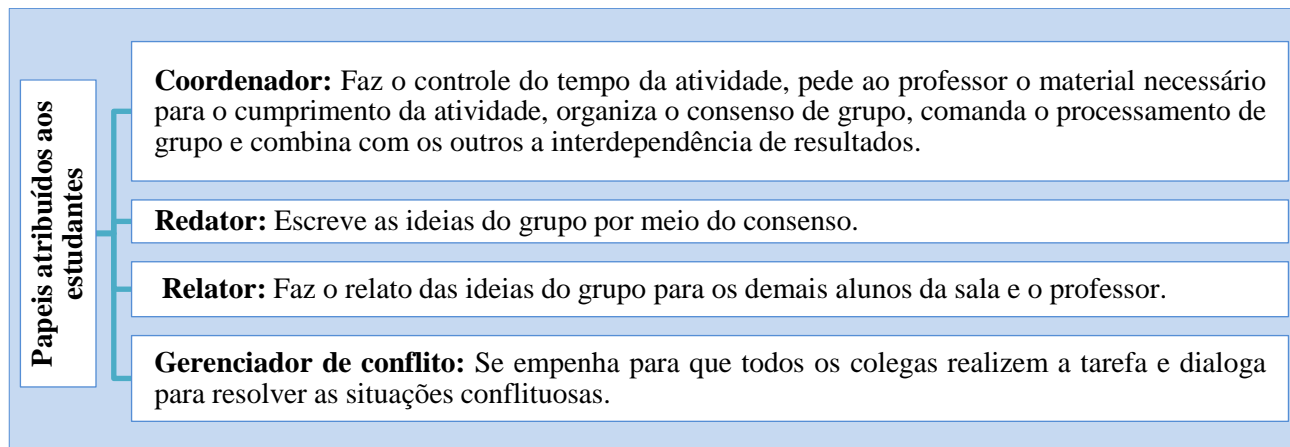


Figura 3 - Representação esquemática dos papéis atribuídos aos alunos durante as atividades cooperativas

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Conforme Cochito (2004) enquanto no modelo tradicional cria-se hierarquias nomeando-se um líder ou porta-voz do grupo, na aprendizagem cooperativa atribui-se funções e responsabilidades aos estudantes que ao longo do tempo têm a oportunidade de experienciar diferentes papéis (pois todas as funções são importantes), sendo, portanto assumidos de forma rotativa ao longo das atividades.

Para a implementação da sequência didática utilizamos as estratégias cooperativas Jigsaw, Think-Pair-Share e Cabeças Numeradas. Como suporte às atividades utilizamos o recurso do projetor multimídia, computador, laboratório virtual do PhET e textos impressos.

Procedimentos Metodológicos da intervenção

Por tratar-se da aplicação de uma proposta de intervenção pedagógica, realizada de forma intencional e experimental, onde objetivamos verificar possíveis indícios da aquisição dos conceitos inerentes à dualidade onda-partícula e ao efeito fotoelétrico, que apontassem para a consolidação das apreciações propostas, utilizamos como instrumentos para coleta de dados gravações em áudio, inquérito final global, além do processamento de grupo feito pelos estudantes ao final de cada encontro. Estabelecemos como variáveis a serem analisadas a metodologia da aprendizagem cooperativa e o nível de aquisição dos conceitos atinentes à dualidade onda-partícula e ao efeito fotoelétrico.

Quanto ao inquérito final global este constava de quinze itens divididos em três blocos. Itens 1, 3, 5, 8, 9, 10 e 11 permitiram verificar o nível de conhecimento dos estudantes quanto à natureza da luz, os itens 7 e 15 tratavam da aplicação prática do efeito fotoelétrico e os itens 2, 4, 6, 12, 13 e 14 visavam identificar o nível de aquisição dos conceitos relativos ao efeito fotoelétrico. O questionário foi avaliado por três professores de Física e aplicado em uma turma do curso de licenciatura em Ciências Naturais da Universidade Federal do Cariri (UFCA).

Caracterização da turma

A turma era composta por trinta e oito estudantes com desempenho escolar diversificado, dentre eles alguns alunos com sérias dificuldades no tocante a formulação matemática e à aplicação de conceitos no cotidiano. Durante a aplicação das atividades, buscou-se incentivar e mobilizar os estudantes a refletirem e cooperarem entre si com o intuito de compreenderem o comportamento ondulatório e corpuscular da luz, este último como fundamental para a compreensão do efeito fotoelétrico.

O primeiro encontro

Iniciamos o primeiro encontro, com a exibição do vídeo “A Saga do prêmio Nobel - parte 1¹”. Os estudantes foram instigados a refletirem acerca da maneira como a ciência é construída e o papel do cientista nessa construção. Assim, eles puderam perceber que a o conhecimento científico historicamente acumulado é resultado de longos anos de trabalho e da contribuição de várias pessoas e que, portanto, a ciência não é algo pronto e acabado feito por gênios trabalhando de forma isolada.

Após a análise do vídeo iniciamos uma discussão problematizada acerca dos conhecimentos básicos de ondulatória e Ótica, com o suporte do PhET. A primeira atividade cooperativa (método Jigsaw) foi realizada a partir da leitura e discussão dos textos² (Antecedentes: a natureza da luz antes do século XVII; Mudança de cenário: revoluções e mais controvérsias; e Ressurgimento da teoria ondulatória: a experiência de Young). A turma foi organizada em células com três componentes e devidamente orientada quanto à metodologia. Nos grupos base os alunos dispuseram de vinte minutos para leitura e produção de um pequeno resumo com base na sua compreensão sobre o texto lido.

A atividade prosseguiu com a formação do grupo de especialistas, composto por estudantes que possuíam o mesmo texto. No grupo de especialistas cada estudante dispôs de cinco minutos para explicar aos novos colegas o que compreendeu sobre o material estudado. Terminada a discussão estes juntos produziram um consenso sobre a temática abordada. O grupo de especialistas foi desfeito e os estudantes retornaram ao grupo de origem, especialistas no seu texto. No grupo base cada membro expôs em cinco minutos o conteúdo do seu material. Ao final da discussão os mesmos produziram um consenso acerca dos três textos estudados e apresentaram à turma.

Encerramos o primeiro encontro com o processamento de grupo, onde os estudantes avaliaram sua participação enquanto cooperadores das aprendizagens e puderam propor estratégias e condutas para melhoria das aulas seguintes.

O segundo encontro

Iniciamos o segundo encontro com a segunda atividade cooperativa (método Think-Pair-Share ou Pensar-Formar pares-Partilhar) que foi viabilizada a partir da leitura do texto³ (O efeito fotoelétrico e o abalo no modelo ondulatório da Luz). A turma foi organizada em pares. Cada estudante recebeu um texto e um formulário para as anotações. Durante a leitura dever-se-ia fazer anotações prévias, grifar termos/partes que não compreendessem ou palavras que não soubessem o significado.

Após a leitura individual do texto cada estudante anotou no formulário entregue pelo professor no campo - o que eu penso - o que entendeu sobre o texto. Cada membro do par relatou para o colega o que compreendeu sobre material estudado. Após os relatos, cada estudante dispunha de dois minutos para registrar no formulário entregue pelo professor no campo - o que pensa meu colega - a explicação do companheiro. O processo se repetiu até que todos participassem da discussão. Concluímos a atividade com a apresentação dos relatos individuais à turma.

Assim, encerramos o segundo encontro com o processamento de grupo e a avaliação do andamento da aula, onde os estudantes puderam auto avaliar-se, bem como refletir sobre possíveis comportamentos inadequados durante o desenvolvimento das atividades e que condutas deveriam ser mantidas e reforçadas e quais deveriam ser abandonadas.

¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=bsCvfiCEmvc>>. Acessado em 21 de março de 2019

² Disponível em: <http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/epef/_aexperienciadeyoungapedr.trabalho>. Acesso em 18 de novembro de 2018

³ Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/10442/Efeito_Fotoeltrico_GP.pdf>. Acesso em 20 de novembro de 2018.

O terceiro encontro

A terceira atividade cooperativa foi desenvolvida com o objetivo de consolidar as discussões acerca do efeito fotoelétrico, sendo estruturada a partir do método cooperativo Cabeças Numeradas. Para a realização dessa atividade dividimos os estudantes em equipes com quatro componentes que deveriam cooperativamente resolver uma série de oito questões conceituais acerca do efeito fotoelétrico. Os estudantes em seus respectivos grupos foram enumerados aleatoriamente, em seguida cada grupo recebeu um problema para ser lido pelo coordenador e discutido entre os membros da equipe. Cada estudante individualmente pensa uma solução para o problema. Após discutirem a melhor estratégia de resolução, entram em consenso sobre a melhor resposta e compartilham entre si a solução encontrada a fim de garantir que todos aprendam o conceito ali abordado, visto que um membro do grupo será sorteado para expor oralmente a solução encontrada. O processo se repetiu até que todas as questões foram resolvidas.

Encerramos o terceiro encontro com a aplicação do inquérito final global e o processamento de grupo, onde os estudantes ficaram a livres para apresentarem sua posição quanto ao desenvolvimento das atividades, a postura do professor e a metodologia utilizada.

Resultados e discussões

Nesta seção analisamos o nível de compreensão conceitual dos estudantes após a realização da intervenção. Para isso dividimo-la em: análise dos aspectos qualitativos quanto à natureza dual da luz, análise dos aspectos qualitativos quanto ao efeito fotoelétrico e análise dos aspectos quantitativos quanto ao inquérito final global.

Análise dos aspectos qualitativos quanto à natureza dual da luz

Finalizada a primeira atividade cooperativa (Método cooperativo Jigsaw) solicitamos ao relator de cada célula de aprendizagem que apresentasse à turma o consenso geral da equipe sobre a temática tratada nos textos. O objetivo desse momento consistia em buscar identificar o nível de compreensão conceitual acerca da natureza dual da luz como preparação para as discussões sobre efeito fotoelétrico.

Os depoimentos apresentados no Quadro 2 ilustram o posicionamento de alguns estudantes acerca da temática e evidenciam que as estratégias utilizadas favoreceram o processo de construção conceitual pelos sujeitos.

Quadro 2 – Relato dos estudantes (Interdependência positiva – método Jigsaw)

Identificação	Verbalização
E1	Eu reparei que os três textos que o senhor trouxe ele fala sobre a luz com é... ééé... e eu tava vendo aqui que um texto fala sobre que a luz é produzida por vibrações, ai fala também sobre éter que um fluído é.. como é que eu posso dizer chamadoo, é um fluído lumiferico, lumitero ééé (intervenção do professor luminífero) é isso mesmo professor eeee e os três textos eu acho que um complementa o outro (professor isso) entendeu é isso que eu entendi professor é que cada (ruído) e praticamente se encaixou uma na outra... gostei.
E2	Pronto aqui só complementando o dele (ruído)... no caso o texto 1 ele não afirma a luz ser nem onda nem partícula e não ser material mais, más só em não ser material não pode ser uma partícula, pronto já deixa pra parte da onda. O texto 2 a mesma coisa ... eu não entendi bem ele não me explicou ... o terceiro aqui ele jááá... discorda com a lei de Newton de ele ser partícula, a luz é uma partícula, já afirmando que ela ser uma uma... afirma que é uma onda. Ela afirma aqui já ser uma vibração e só em ser uma vibração afirma também ser uma onda.
E4	No primeiro texto ele táá ... mostra bem (silenciô) as primeiras ideias da luz ai lá nos egípcios lá e tal ai depois ele vai para Grécia onde tem vários pensadores onde eles vão dar digamos queeee... (ruído) pra saber o que é a luz, ou seja, a partir desses três textos é como se fosse é três partes pra saber de fato o que é a trajetória da luz [...] é a historia de vida da luz.

Quadro 2 – Continuação

Identificação	Verbalização
E3	Nós é chegamos a conclusão sobre luz, que no texto 1 ele diz que a luz não é um objeto material e já no texto 2 a luz é produzida por vibrações, elemento de onda né e éééé... no texto 3 (ruindo) interferência propriedade exclusiva de ondas.

Fonte: elaboração própria (2019)

A partir das verbalizações inferimos que as discussões realizadas nos grupos cooperativos favoreceram a aquisição dos conceitos relativos à temática estudada, uma vez que foram apresentadas respostas concisas e coerentes com o argumento científico. De acordo com Oliveira, Araújo e Veit (2016, p. 965) “o trabalho em pequenos grupos em sala de aula, ao propiciar um processo de argumentação e de contato com diferentes percepções, pode conduzir a um melhor entendimento dos conteúdos abordados”. Podemos evidenciar que os estudantes se apropriaram da ideia central dos textos sendo capazes de elaborar ressignificações importantes quanto ao assunto abordado, conforme relato de E2 apresentado no Quadro 2.

Além dos aspectos relacionados às verbalizações verificamos um elevado nível de cooperação entre os estudantes onde dúvidas, conflitos e dificuldades eram superadas, o que segundo Queiroz, Barbosa e Amaral (2009, p. p15) “[...] se apresentam como elemento essencial para a construção de significados, visto que são as interações que promovem a emergência dos diferentes significados atribuídos às definições estudadas, criando possibilidades de discussão orientada para a aprendizagem”. Segundo relato de E4 (Quadro 2), pudemos perceber a partir da elaboração do consenso geral para relato à turma que uma interdependência positiva foi gerada entre os estudantes reduzindo de forma considerável as interações do tipo individualista, corroborando o pensamento de Marques et al. (2015), que afirma ser no grupo de especialistas onde busca-se o aprofundamento da discussão sobre um tópico específico.

Silva, Salazar e Poças (2015, p. 489) referem que “as estruturas potenciadoras da cooperação concretizam-se na operacionalização de percursos de aprendizagem promotores e facilitadores do envolvimento e da responsabilização de todos os elementos na concretização das tarefas [...]”, outro elemento importante para o processo de ensino-aprendizagem presente durante os momentos de interação em que todos os estudantes envolveram-se nas atividades, o que favoreceu um clima de cooperação, entrelajada e construção do conhecimento, fato evidenciado na apresentação do consenso pelo Estudante 3 conforme Quadro 2.

Análise dos aspectos qualitativos quanto ao efeito fotoelétrico

No Quadro 3 apresentamos os relatos de alguns estudantes após a conclusão da segunda atividade cooperativa, onde abordamos os conceitos relativos ao modelo corpuscular da luz e ao efeito fotoelétrico. Os depoimentos indicam a aquisição dos conceitos esperados e ratificam que a implementação de estratégias ativas são recursos potencializadores do processo de ensino-aprendizagem.

Quadro 3 – Relato dos estudantes (Interdependência positiva – método pensar-formar pares-partilhar)

Identificação	Verbalização
E8	Eu aprendi que é eles descobriram que é mais fácil obter descargas elétricas em duas esferinhas e uma delas era iluminada por luz ultravioleta. Mais na frente eles descobriram que é a luz ela consegue arrancar elétrons de metais se essa luz ela tiver uma frequência de onda muito alta.

Quadro 3 – Continuação

Identificação	Verbalização
E4	Bom eu entendi que a luz ela pode interferir nas propriedades elétricas dos objetos, como Leo já tinha falado eu também entendi que... ele definiu que com o resultado dos experimentos com o efeito foto elétrico sugeriram que a luz a gente tinha a ideia de que ela se comportava como onda só que com o tempo Einstein afirmou que ela ia se comportar como partícula tem até aqui falando que Robert (Robert Milikan) ele tentou, ele quis dizer de certa forma que Einstein estava mentindo foi procurar provar que ela tava mentindo só que no final ele teve mais a certeza que Einstein estava mais que certo que a luz não se comportava como onda e sim como partícula.
E9	O texto fala que (barulho) em 1888 realizou uma série de experiências que confirmaram a teoria de maxewll e consolidaram a teoria de (barulho) para a luz e que o efeito fotoelétrico é a emissão de elétrons de uma superfície quando ela é iluminada por luz adequada a luz é uma onda eletromagnética Lenard em 1902 fez um experimento para verificar se os elétrons eram emitidos como previa a teoria ondulatória. Detalhe nenhuma das previsões da teoria ondulatória da luz foi observada no experimento de Lenard.
E14	O conceito de fóton também explica a emissão instantânea do elétron uma vez que ele não precisa ficar absorvendo energia da onda por um grande tempo ele na verdade absorve de uma vez a energia de um fóton.
E5	E assim nós vimos a luz que se comportava como ta ligado... más agora sei que ela se comporta como partícula e não como onda. Basicamente é só isso. E outra coisa de acordo com o texto fiquei sabendo que as partículas de luz são conhecidas como fótons.
E7	Eu entendi que o efeito fotoelétrico é a emissão de elétrons de uma superfície quando ela é iluminada por uma luz apropriada.
E10	Eu vou ler aqui ... eu percebi que a teoria de Einstein também previa que o efeito fotoelétrico ocorreria para valores de frequência da luz desde que a energia da onda eletromagnética fosse suficientemente intensa para que os elétrons pudessem ser emitidos da superfície.
E9	Entendi que o efeito fotoelétrico só ocorreria para luz com uma frequência e teria um valor para cada material.
E12	O efeito fotoelétrico ocorreria para qualquer frequência da luz desde que a energia da luz desde que a energia da onda eletromagnética fosse suficientemente intensa para que os elétrons pudessem ser emitidos (aluno foi questionado pelo professor acerca dessa afirmação. Seria uma afirmação baseada no modelo da Física Clássica ou da Física Moderna) este respondeu ser um modelo da Física Clássica.

Fonte: elaboração própria (2019)

Deduzimos também com base nos depoimentos obtidos que as discussões nos grupos cooperativos a partir da utilização da metodologia aprendizagem cooperativa proporcionou aos estudantes a construção qualitativa do conceito de efeito fotoelétrico e a compreensão de um modelo corpuscular da luz, bem como favoreceu o desenvolvimento de competências sociais e interpessoais, sendo ainda garantida a participação equitativa e o crescimento acadêmico e social dos estudantes. Os resultados convergem para o que propõem Oliveira, Araújo e Veit (2016, p. 965) quando afirmam que “[...], o trabalho em grupo favorece o ensino do conteúdo, a comunicação entre os estudantes e entre professor e alunos, bem como alguns aspectos subjetivos necessários para o convívio em sociedade”.

Finalmente dissertamos que as discussões em célula evidenciadas pelas verbalizações dos estudantes corroboram com o que afirma Leão et al. (2018, p. 417) acerca do potencial das metodologias ativas na promoção de um aprendizado mais efetivo e por conseguinte

[...] evidenciam que aprendizagem é melhor quando se transfere parte da responsabilidade do processo pedagógico aos estudantes. As informações mecanicamente memorizadas para o momento da prova podem ser facilmente esquecidas posteriormente, já que não há um envolvimento direto dos estudantes com a construção do conhecimento durante as aulas

Na metodologia tradicional a responsabilidade dos estudantes é quase que exclusivamente com o professor, pois não existe espaço para as interações e corresponsabilidade entre os pares, “os alunos estudam para atender as expectativas do professor e, assim são avaliados especialmente por provas” (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016, p. 973). Por outro lado, na cooperação intensifica-se a capacidade de se trabalhar em equipe, sendo cada membro da célula responsável pela sua aprendizagem e a aprendizagem dos demais.

Salientamos que durante as atividades todos os estudantes se envolveram. Apenas uma célula se mostrou um pouco resistente no primeiro encontro o que foi sanado a partir do segundo momento, onde tivemos o cuidado de formar novas células com novos componentes.

Análise dos aspectos quantitativos quanto ao inquérito final global

A fim de identificar individualmente indícios da apropriação dos conceitos concernentes ao efeito fotoelétrico e a natureza dual da luz, aplicamos após a conclusão da intervenção um questionário ou inquérito final global composto por quinze questões de múltipla escolha relacionadas às temáticas: ondas, luz e efeito fotoelétrico. Para tanto, a partir da Figura 4 analisaremos os itens 2, 4, 6, 12, 13 e 14.

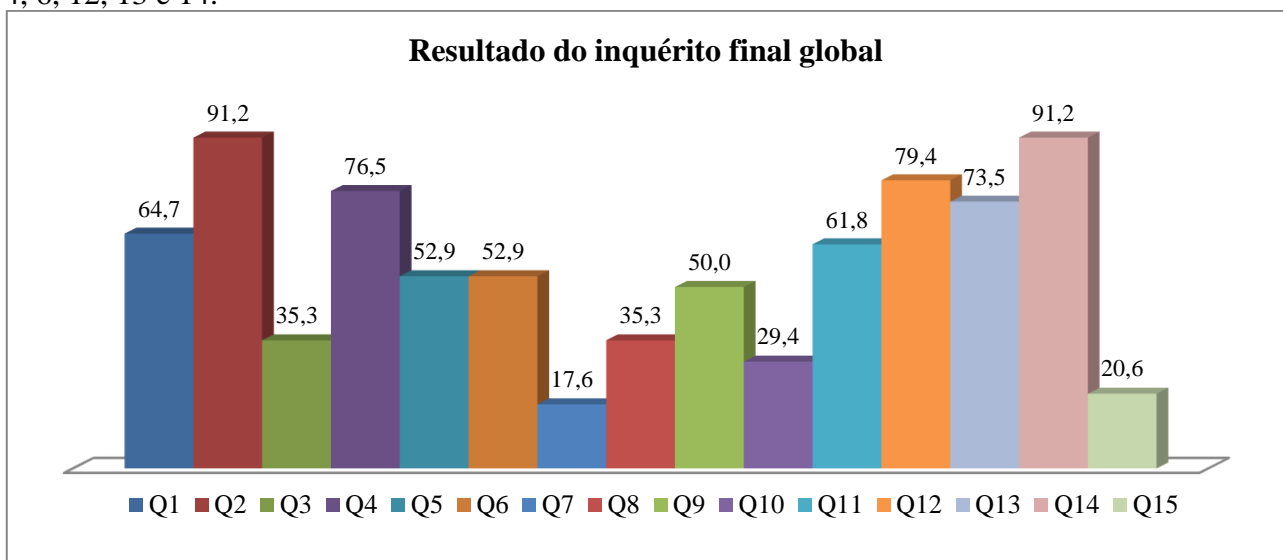


Figura 4 - Percentual de acertos por item (inquérito final global)

Fonte: elaboração própria (2019)

Em relação aos itens 2 e 6 estes abordavam aspectos importantes sobre a natureza da luz e fundamentais para a compreensão do efeito fotoelétrico. Nestes itens os estudantes foram questionados quanto à dualidade onda-partícula e ao conceito de fóton. Pode-se perceber com base na Figura 4 que houve a consolidação do conceito proposto, 91,2% dos estudantes admitem um modelo corpuscular para a luz. No tocante ao item 6 salientamos a necessidade de aprofundarmos as discussões acerca do conceito de fóton, como elemento imprescindível para a ocorrência da foto emissão/efeito fotoelétrico.

No item 4 os estudantes foram confrontados com uma situação que envolvia a aplicação prática do efeito fotoelétrico na automação de portas em estabelecimentos comerciais. Pode-se notar a partir da Figura 4 que estes foram capazes de relacionar o fenômeno envolvido e sua aplicação em um contexto da vida real, pois 76,5% obtiveram a resposta desejada.

Quanto ao item 12 os estudantes deveriam identificar o conceito de efeito fotoelétrico. Intuímos a partir da Figura 4 que este foi consolidado visto que o percentual de repostas satisfatórias atingiu 79,4%. Os itens 13 e 14 indagavam acerca da relação entre a frequência da luz incidente e a energia cinética com que elétrons são ejetados de uma placa metálica iluminada com radiação eletromagnética de frequência qualquer. Conforme o gráfico da Figura 4 (73,5%) dos estudantes indicaram que para Física Clássica a velocidade com que os elétrons são ejetados da superfície metálica dependia da intensidade da luz incidente (luz como onda – item 13). Por outro lado, ainda com base no gráfico da Figura 4 pudemos perceber que 91,2% dos estudantes associam a velocidade de ejeção dos elétrons da superfície iluminada com a frequência da radiação incidente (luz como partícula – item 14). Assim, entendemos que em ambos os itens o conceito abordado foi consolidado.

Análise das respostas ao inquérito final global permitiu-nos inferir que as leituras individuais, as discussões em grupos cooperativos com a mediação da metodologia da aprendizagem cooperativa favoreceram significativamente a compreensão do fenômeno do efeito fotoelétrico e a necessidade de um modelo corpuscular da luz para sua ocorrência.

Considerações finais

Constatamos durante a execução das atividades a criação de um ambiente de cooperação - participação ativa e equitativa nas discussões - entre os estudantes, o que lhes permitiu compartilhar conhecimento, enfrentar e resolver conflitos de ideias, reforçar ou refutar suas crenças de senso comum e, portanto, tornarem-se sujeitos da sua própria aprendizagem. Espaços de discussão são necessários, pois estes auxiliam na compreensão e aquisição de conceitos, favorecem a participação e potencializam a aprendizagem individual e coletiva.

Salientamos também que aprendizagem cooperativa pode ser utilizada com sucesso em qualquer disciplina, seja na educação básica superior e que sua aplicação acarreta benefícios acadêmicos, sociais e psicológicos, além dos aspectos motivacionais, pois tornam a aula mais atrativa e menos cansativa. Porém, ressaltamos que a utilização de estratégias cooperativas ou qualquer método de ensino de forma isolada não será suficiente para suplantar os desafios educacionais que se apresentam, bem como não é suficiente dividir os estudantes em pequenos grupos e esperar que eles cooperem sem uma estrutura cooperativa, sendo preciso rigor no planejamento e na aplicação de atividades cooperativas.

Por fim, esperamos com essa pesquisa motivar outros professores a buscarem estratégias de ensino que tornem os estudantes ativos frente ao processo de ensino-aprendizagem, protagonistas ou construtores da sua própria aprendizagem. Enfatizamos a necessidade de outras pesquisas envolvendo a metodologia da aprendizagem cooperativa e a temática abordada nesse estudo, e enfatizamos que disponibilizamos todo o material utilizado para os professores que desejarem aplica-lo em suas aulas.

Referências

- CAMPOS, F.C.A. et al. Cooperação e aprendizagem on-line. Rio de Janeiro: PD&A Editora, 2003. 167 p. (Educação à distância).
- CARVALHO, J. M. N. (2017). Uma nova experiência pedagógica: utilização da estratégia Think-Pair-Share em estudantes do curso de licenciatura em enfermagem. *Indagatio Didactica*, vol. 9 (1).
- COCHITO, M. I. G. S., (2004). Cooperação e aprendizagem: educação intercultural. Lisboa: Acime.
- COHEN, E. G. & LOTAN, R. A. (2017). Planejando o trabalho em grupo: estratégias para salas de aula heterogêneas. (3. Ed). Porto Alegre: Penso.

- DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. (1990). Metodologia do ensino de ciências. São Paulo: Cortez.
- FATARELI, E. F; FERREIRA, L. N. A; FERREIRA, J. Q & QUEIROZ, S. L. (2010). Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química. Química Nova na Escola, vol. 32, n. 3, p.161-168.
- FERREIRA, F. C. S.; CANTANHEDE, L. B. & CANTANHEDE, S. C. S. (2017). Uma estratégia didática no formato de oficina para o ensino do conteúdo soluções químicas a partir do método cooperativo de aprendizagem Jigsaw. Conexões - Ciência e Tecnologia, v. 11, n. 6, p.114-123.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. & SMITH, K. A. (1998). A Aprendizagem Cooperativa Retorna às Faculdades: Qual é a Evidência de que Funciona? In Shirley Freed (2000) Pensar, Dialogar e Aprender, Acesso em 12 set, <https://www.andrews.edu/~freed/ppdfs/readings.pdf>.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. & HOLUBEC, E. J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Buenos Aires: Editorial Paidós SACIF.
- LEÃO, G. M. C.; PADIAL, A. A. & RANDI, M. A. F. (2018). Representações não linguísticas e jogos cooperativos como estratégia de ensino e aprendizagem da biologia celular. Investigações em Ensino de Ciências, v. 23, n. 2, p. 406.
- LOPES, J. & SILVA, H. S. (2009). Aprendizagem cooperativa da sala de aula: um guia prático para o professor. Lisboa: Lidel.
- MARQUES, S. P. D. et al. (2015). Aprendizagem cooperativa como estratégia no aprendizado de química no ensino médio. Conexões - Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 4, p.57-66.
- OLIVEIRA, T. E.; ARAUJO, I. S. & VEIT, E. A. (2016). Aprendizagem baseada em equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Acesso em 15 nov, <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p962/33015>.
- POZO, J. I. & CRESPO, M. A. G. (2009). A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.
- QUEIROZ, M. P.; BARBOSA, R. M. N. & AMARAL, E. M. R. (2009). Uma análise de interações discursivas promovidas pela aplicação de métodos cooperativos em aulas de Química. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Acesso em 15 out, <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/3994>.
- SILVA, J. L. C.; SALAZAR, J. & POÇAS, M. E. (2015). Trabalho cooperativo como finalidade e estratégia de aprendizagem: um estudo de caso em Biologia humana. Interações, Portugal, v. 11, n. 39, p.485-510.
- TEODORO, D. L. & QUEIROZ, S. L. (2011). Panorama das pesquisas sobre aprendizagem cooperativa no ensino de ciências. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – SP, Campinas.