



O PLURALISMO METODOLÓGICO E O DESENVOLVIMENTO DA ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA

METHODOLOGICAL PLURALISM AND THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC ARGUMENTATION IN PHYSICS TEACHING

EL PLURALISMO METODOLÓGICO Y EL DESARROLLO DE LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Idmaura Calderaro Martins Galvão ^{*ID}, Isabel Cristina de Castro Monteiro ^{**ID},
Marco Aurélio Alvarenga Monteiro ^{***ID}

Cómo citar este artículo: Martins Galvão, I.C., De Castro Monteiro, I.C. y Alvarenga Monteiro, M.A. (2020). O pluralismo metodológico e o desenvolvimento da argumentação científica no ensino de física. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 135-151. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14324>

Resumo

Investigamos o uso do pluralismo metodológico nas aulas de Física para o aprimoramento da argumentação científica dos alunos, do Ensino Médio em uma escola pública do interior do estado de São Paulo. A pesquisa foi realizada durante um semestre de trabalho em sala de aula com metodologias de ensino variadas: atividades experimentais e de demonstração, atividades com o uso das tecnologias de informação e comunicação e projetos como estratégia de resolução de problema. As argumentações dos alunos foram coletadas por meio de entrevistas em grupos focais e também por meio de apresentações de projetos. A análise das argumentações foi realizada de acordo com os elementos da superestrutura propostos no padrão de Toulmin. A partir da análise dos dados foi possível observar uma evolução na qualidade da argumentação apresentada pelos alunos que, inicialmente, apresentou poucos elementos característicos, mas, ao longo do processo, foi enriquecendo-se de elementos de maior nível argumentativo. Portanto, observou-se indícios de que o uso do pluralismo metodológico em sala de aula colabora com o desenvolvimento da argumentação científica ao longo do processo de ensino e aprendizagem de física.

Palavras-chave: ensino e formação, ciências da linguagem, ensino de física.

Recibido: 11 de enero de 2019; aprobado: 31 de mayo de 2019

* Doutoranda em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, campus de Bauru, Brasil. Correio eletrônico: idmaura@gmail.com

** Doutora em Educação para a Ciência. Professor assistente doutor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Departamento de Física e Química e credenciada no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência (UNESP), campus de Bauru, Brasil. Correio eletrônico: isabel.castro@unesp.br

*** Doutor em Educação para a Ciência. Professor Livre-Docente da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência (UNESP), Brasil. Correio eletrônico: marco.aurelio.feg@gmail.com

Abstract

We studied the use of methodological pluralism in physics classes for the improvement of secondary school students' scientific argumentation, in the heartland of São Paulo state. The research was carried out during a semester of work, using various teaching methodologies: experimental and demonstration activities, as well as activities using information and communication technologies and projects as problem-solving strategies. The argumentations developed were collected through interviews in focus groups and also through the presentation of projects. We analysed the arguments according to the elements of the superstructure proposed in the Toulmin pattern. The data analysis revealed evidence of an evolution in the argumentation quality of the students, who initially demonstrated few characteristic elements of the Toulmin pattern but, throughout the process, integrated aspects of a higher argumentative level. Therefore, we showed that the use of methodological pluralism in the classroom contributes to the development of scientific argumentation throughout the teaching and learning process of physics.

Keywords: Teaching and training, Language sciences, Physics teaching.

Resumen

Investigamos el uso del pluralismo metodológico en las clases de física para el mejoramiento de la argumentación científica de los alumnos, de educación media, en una escuela pública del interior del estado de São Paulo. La pesquisa fue realizada durante un semestre de trabajo, utilizando variadas metodologías de enseñanza: actividades experimentales y de demostración, actividades mediante tecnologías de información y comunicación y proyectos como estrategia de resolución de problemas. Las argumentaciones presentadas fueron recolectadas por medio de entrevistas en grupos focales y también por medio de presentación de proyectos. Realizamos el análisis de las argumentaciones de acuerdo con los elementos de la superestructura propuesta en el patrón de Toulmin. A partir del análisis de los datos se observó evolución en la calidad de la argumentación presentada por los alumnos que, inicialmente, evidenció pocos elementos característicos del patrón Toulmin, pero, a lo largo del proceso, se enriqueció de elementos de mayor nivel argumentativo. Por tanto, identificamos indicios de que el uso del pluralismo metodológico en el aula contribuye con el desarrollo de la argumentación científica a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje de la física.

Palabras clave: enseñanza y formación, ciencias del lenguaje, enseñanza de la física.

Introdução

Alguns autores como LABURÚ, ARRUDA, NARDI (2003) afirmam que o Ensino de Física pode acontecer de maneira a privilegiar a diversidade das estratégias. Os autores tratam da importância do pluralismo metodológico para o Ensino de Ciências. A hipótese básica relaciona-se com a diversidade do corpo discente, e destaca a necessidade da utilização de vários recursos para que os alunos sejam motivados e participem ativamente do processo de ensino e aprendizagem. Nesta perspectiva, esses autores, inspirados pelas ideias feyerabendianas do anarquismo epistemológico, propõem uma abordagem pluralista para o ensino de conceitos científicos como forma de se opor a um princípio único e imutável de ordem e regras para qualquer situação que envolva aluno.

Conforme PINTO (2007, p.70) “O anarquismo epistemológico é, para seu autor [Feyerabend], um esforço no sentido de promover uma ciência melhor e de uma nova perspectiva para o entendimento da natureza do conhecimento científico”. Sob essa perspectiva, Feyerabend rompe com o monismo metodológico e a práxis científica racionalista e deixa explícita a preocupação com o fim das mistificações e preconceitos em relação à ciência, seu ensino e seu progresso (PINTO, 2007).

A partir desse raciocínio, o progresso dos alunos em relação à aprendizagem de conceitos científicos acontece na medida em que há um ambiente favorável para a sua participação ativa nas atividades realizadas em sala de aula. Dessa forma, o uso de atividades diversificadas pode contribuir para tal propósito.

Porém, na perspectiva de diferentes autores COSTA (2008); DRIVER, NEWTON, OSBORNE (2000); MONTEIRO (2002); SARDÀ, SANMARTÍ (2000); SASSERON, CARVALHO (2011), e VILLANI, NASCIMENTO (2003), a aprendizagem de conceitos científicos envolve muito mais do que o desenvolvimento cognitivo do estudante para compreender conceitos, princípios e regras científicas, exige além disso, apropriação de habilidades e competências

sociais que tornem os estudantes capazes de compreender o discurso científico, de saber pronunciá-lo, analisá-lo, criticá-lo, enfim, utilizá-lo de maneira a participar mais ativamente da busca por soluções ante as demandas sociais da atualidade.

COSTA (2008) afirma que o discurso da Ciência é argumentativo e que, portanto, há a necessidade de que as escolas atuem a favor da capacitação dos alunos para atuarem de maneira ativa e construtiva no desenvolvimento da própria sociedade, tornando-os capazes de argumentar com fundamento na tomada de suas decisões. SCARPA (2015) ressalta que a emergência do pensamento racional acontece na medida em que há o entrelaçamento entre diversos elementos de um argumento, como a avaliação e qualificação das relações entre conclusões, dados, justificativas (SCARPA, 2015).

Dessa forma, nosso objetivo foi investigar se a participação dos alunos em aulas de Física realizadas a partir de práticas com metodologias diversificadas, pode contribuir para uma melhoria da argumentação lógica dos alunos.

1. Diferentes metodologias em sala de aula

Apresentamos a seguir alguns estudos que tratam de metodologias comuns em sala de aula, especialmente em física. Nossa intenção é buscar fundamentações teóricas que embasam, de forma geral, as abordagens propostas para avaliação pluralista que faremos.

a. Atividades experimentais

As atividades experimentais no Ensino de Ciências têm sido estudadas por diferentes autores, como BONADIMAN, NONENMACHER (2007) e CARVALHO (2011).

BONADIMAN, NONENMACHER (2007) afirmam que a atividade experimental assume um papel importante como estratégia de ensino e aprendizagem, no sentido que desempenha uma função motivadora e de apoio na construção do conhecimento escolar e nas relações com o cotidiano. CARVALHO

(2011) discorre sobre como as atividades experimentais no Ensino de Física podem contribuir para o ensino e aprendizagem de conceitos científicos e indica algumas finalidades das práticas experimentais embasadas em um processo de enculturação científica: permitir a superação das concepções empírico-individualistas da ciência; promover nos alunos a habilidade de argumentação científica; oferecer oportunidade de incorporar a função da matemática no desenvolvimento científico; proporcionar a transposição do novo conhecimento para a vida social, buscando as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Com base nestes critérios, atividades experimentais tornam-se práticas válidas para a criação de um ambiente propício para o desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem que permita aos alunos a oportunidade de refletir sobre o problema apresentado, levantar hipóteses, obter dados e relacioná-los em busca de soluções.

b. Atividades experimentais de demonstração

As atividades experimentais de demonstração no Ensino de Física têm sido investigadas por autores, como AZEVEDO (2004); MONTEIRO, GASPAR (2005). AZEVEDO (2004) afirma que o Ensino de Física pode ser melhorado com o uso de atividades demonstrativas investigativas que permitem uma discussão acerca dos fenômenos demonstrados e define tais atividades como sendo “[...] aquelas que partem da apresentação de um problema ou fenômeno a ser estudado e levam à investigação a respeito desse fenômeno” (AZEVEDO, 2004 p. 26). Na atividade demonstrativa investigativa o aluno é convidado a participar durante a realização de toda a atividade: no início por meio do exercício de argumentar acerca de suas concepções prévias sobre o fenômeno apresentado pelo professor e durante a demonstração da atividade por meio de discussões, relatos e reflexões sobre os acontecimentos. Dessa forma, o aluno é envolvido num processo em que há reflexão e argumentação acerca dos fenômenos (BRITO, FIREMAN, 2016).

Para o nosso estudo é interessante mostrar algumas características das atividades experimentais de demonstração em sala de aula, destacadas por MONTEIRO, GASPAR (2005), como: a possibilidade de utilizar-se um único equipamento para todos os alunos; poderem ser desenvolvidas de maneira contínua, como forma de apoio às atividades teóricas; não necessitam de grandes investimentos, pois podem ser montadas com materiais de baixo custo; estimulam a motivação e o interesse dos alunos que pode facilitar a aprendizagem dos conceitos científicos; permitem relacionar o mundo físico com o mundo real e incrementam a capacidade de observação e reflexão.

c. Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação

O uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no Ensino de Ciências tem sido indicado como forma de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem em ciências (MARTINHO, POMBO, 2009; MEDEIROS, MEDEIROS, 2002; MONTEIRO, GERMANO, MONTEIRO, 2008; REZENDE, 2002; SANTOS, 2007).

MARTINHO, POMBO (2009) afirmam que as TIC favorecem de diversas maneiras as práticas pedagógicas, contribuindo de forma significativa para a compreensão de diversos fenômenos e conceitos. No entanto, discutem que essa metodologia por si só não garante que os problemas que estão presentes na escola sejam resolvidos. Na mesma linha de pensamento, destacamos o estudo de MEDEIROS, MEDEIROS (2002) sobre o uso de simulações computacionais no Ensino de Física, apontando as suas possibilidades e limitações. Os autores indicam que o uso de simulações computacionais pode potencializar o Ensino da Física, desde que sejam utilizadas de maneira reflexiva, equilibrada e nunca exclusiva.

REZENDE (2002) ressalta que as novas tecnologias só podem contribuir para as práticas pedagógicas quando há um embasamento teórico que justifica o seu uso no processo de ensino e de aprendizagem. Dessa forma, entendemos que o uso das

tecnologias, por exemplo, o uso de um software educacional, pode propiciar aos alunos um ambiente favorável para que as interações sociais aconteçam e facilite reflexões, trocas de ideias e o desenvolvimento de habilidades argumentativas.

SANTOS (2007) discorre que a integração das TIC em contextos educativos favorece um processo de ensino centrado no discente e principalmente desperta motivação. Afirmar ainda que a implementação das TIC no ensino pode promover o envolvimento do aluno, gerando uma aprendizagem ativa, participativa e dinâmica na qual o aluno torna-se o construtor de seu conhecimento.

d. Projetos como Estratégias de Resolução de Problemas

Os projetos constituem-se em uma prática bastante utilizada em pesquisas da área de ensino (LARMER, ROSS, MERGENDOLLER, 2009). Ainda que não tenhamos nos fundamentado rigorosamente em todos os critérios a que elas se referem, tanto a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) quanto a Aprendizagem Baseada em Projetos, mais conhecida como *Project Based Learning* (PBL), serviram como fonte de inspiração para o planejamento da quarta atividade, "Projetos como Estratégia de Resolução de Problemas", a qual descrevemos adiante.

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) tem sido investigada por autores, como LEITE, AFONSO (2001); LEITE, ESTEVES (2005) e PEDROSA, JOÃO (2013). De acordo com LEITE, AFONSO (2001) a utilização desta metodologia de ensino deve ser orientada por dois objetivos: ajudar os alunos a tornarem-se proficientes no desenvolvimento de competências que serão úteis para a vida futura; criar condições adequadas à aprendizagem ao longo da vida. Segundo LEITE, ESTEVES (2005) o método de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas pode contribuir para que o aluno tenha maior envolvimento e autonomia e o indica como um meio para o desenvolvimento de competências relacionadas à aprendizagem.

LARMER, ROSS, MERGENDOLLER (2009) indica a Aprendizagem Baseada em Projetos como uma abordagem em que o estudante: pode envolver-se num rigoroso e extenso processo de investigação focado em questões e problemas; tem a oportunidade de trabalhar com independência do professor, tendo um nível de voz e escolha; é capaz de demonstrar compreensão do conhecimento acadêmico, construir habilidades do século XXI, como colaboração, pensamento crítico e comunicação e criar produtos de alta qualidade e desempenho. O uso do PBL é considerado um método que contribui para o trabalho em grupo. Cabe ressaltar que a participação do professor neste processo é de mediador, que o acompanha, questiona provoca reflexões. O estudante interage com o problema, obtém dados, formula hipóteses, é colocado num ambiente favorável para tomar decisões e emitir juízos de valor (REZENDE, 2002).

e. O processo argumentativo em sala de aula

A construção de uma sociedade democrática se faz por meio de uma irrestrita e ampla participação social, pois envolve e compromete todos os cidadãos no processo decisório. Para tanto é fundamental que os cidadãos sejam capazes de compreender, analisar, criticar e construir argumentos sociais válidos e, considerando a Ciência como um dos pilares mais importantes da sociedade que construímos, a apropriação da argumentação científica se torna essencial para o exercício pleno da cidadania.

Como destaca COSTA (2008), o uso do argumento não é uma capacidade inata do ser, se constrói pela prática. É um processo que o aluno aprende a construir na sala de aula, utilizando suas explicações para os fenômenos a partir de justificativas elaboradas com raciocínio lógico. SARDÀ, SANMARTÍ (2000) discorrem que a aprendizagem por meio da argumentação científica é relevante por diversos fatores: ajuda a desenvolver uma compreensão dos conceitos científicos, na medida em que aprende a estruturar suas formas de raciocínio; o argumento pode oferecer uma visão melhor para

compreender a racionalidade da Ciência; permite aos alunos escolher e construir argumentos fundamentados cientificamente, para sua inserção na sociedade, tornando-se cidadãos críticos.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BROCCOS (2015) fazem um estudo crítico sobre os desafios metodológicos envolvidos nos estudos acerca da argumentação no Ensino de Ciências. Os autores indicam que a prática argumentativa está compreendida como uma das práticas necessárias para a produção do conhecimento. Dessa forma, é relevante discutir o significado que a prática de argumentação pode assumir no contexto da sala de aula. MENDONÇA, JUSTI (2013) fazem um estudo de revisão acerca das relações entre argumentação e o processo de ensino e de aprendizagem de ciências. As autoras apresentam um estudo acerca dos fundamentos teóricos da argumentação e ressaltam, dentre outros fatores, as maneiras de compreender a prática de argumentação: a retórica, em que há o objetivo de escolher alternativas para a resolução de problemas; a dialética, na qual a função está relacionada ao processo de tomada de melhores decisões; lógica, perspectiva em que há a emergência de afirmações apoiadas em evidências e explicações sólidas.

Com relação à formação de argumentos lógicos no Ensino de Ciência, particularmente da Física, é relevante avaliar se o argumento possui estrutura básica que o sustenta e se há um embasamento conceitual correto. Esses fatores são indicados nos estudos de Toulmin como campo-independente e campo-dependente, respectivamente (SCARPA, 2015).

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BROCCOS (2015) discutem a argumentação na perspectiva de avaliação do conhecimento, ressaltando que esse processo deve estar presente em algum momento da sala de aula. Nessa linha de pensamento, consideramos importante para a nossa pesquisa a visão de argumentação como prática relacionada ao processo de construir e avaliar explicações baseadas em evidências (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BROCCOS, 2015).

Em nossa pesquisa, a argumentação é entendida como um processo de construção de uma explicação

enunciada por um aluno, mas construída de maneira social, em colaboração com outros alunos e com a mediação da professora-pesquisadora. Acerca do processo interativo, ressaltamos o papel do professor como mediador, pois no processo de construção de argumentos é necessário que aconteça a formação de justificativas para sustentar as ideias formadas. Nesse pensamento, FERRAZ, SASSERON (2017) discutem que “a questão da interação no processo argumentativo é decorrente da necessidade da existência de justificativas para suportar um determinado ponto de vista” (FERRAZ, SASSERON, 2017).

Nosso objetivo consistiu em investigar a elaboração de argumentos lógicos pelos alunos, a partir da vivência em sala de aula com a prática de atividades diversificadas. Para avaliar o argumento formado pelos alunos, após o trabalho em sala de aula com atividades pluralistas, utilizamos o padrão de Toulmin, apresentado a seguir.

f. O padrão de Toulmin

Há vários estudos e modelos para analisar a estrutura da argumentação, tal como TOULMIN (2006), no qual nos fundamentamos para a análise desta pesquisa. Segundo este autor o discurso pode ser considerado um argumento quando há nele a presença de três elementos básicos: o dado (D), que se refere a fatos ou evidências que permitem a formação de uma alegação (conclusão); a garantia (W), que é a justificativa, uma afirmação hipotética, que permite a passagem dos dados à conclusão; e a conclusão (C), o elemento final do argumento. A relação entre esses três elementos: dado, garantia e conclusão, é a expressão do argumento na forma lógica e formalmente válido (TOULMIN, 2006 p.171). No entanto, ele ressalta que o argumento é válido nessas condições, desde que a garantia seja correta.

Em determinados casos, o argumento pode ainda ser apresentado de forma mais complexa, com elementos denominados como qualificador modal (Q) e refutação (R), que oferecem as condições para avaliação da garantia e da conclusão. O qualificador modal é definido por Toulmin pela palavra

“força” que é conferida pela garantia para validar a conclusão. A refutação (R) oferece condições de exceção que fazem a garantia perder “força” e contestar a autoridade geral da conclusão. TOULMIN (2006) esclarece ainda que, ao defender uma alegação, é necessário o acréscimo de um elemento que dê apoio ou suporte à garantia. Esse elemento é o conhecimento básico (B), uma fundamentação categórica que torna a garantia aceita.

Na Figura 1 estão representados os elementos no padrão de Toulmin:

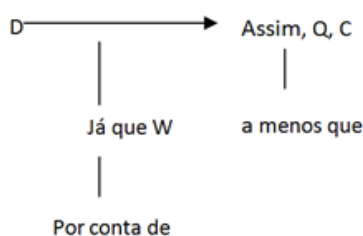


Figura 1. Elementos do argumento.

Fonte: TOULMIN, 2006.

O trabalho de SARDÀ, SANMARTÍ (2000) propõe um referencial que também adota a estrutura de Toulmin. MONTEIRO (2002 pp. 70-71), ao analisar esse referencial, faz a seguinte explicação dos elementos da argumentação:

Dados: são os fatos e fenômenos que constituem a afirmação sobre a qual se constrói o texto argumentativo; Justificação: é a razão principal do texto; permite passar de dados à conclusão. Deve referir-se a um campo de conhecimento específico que valide o conteúdo racional; Fundamentação: é o conhecimento básico de caráter teórico necessário para embasar com autoridade a justificação; Argumentação: propõe a distinção entre justificação e argumentação, por entender que no conjunto se trata de dar razões ou argumentos, mas a justificação só legitima a conexão entre a afirmação inicial e a conclusão; Vantagem: é um comentário implícito que reforça a tese principal, destacando os elementos positivos da teoria; Inconveniente: é um comentário implícito que assinala as circunstâncias de desvantagens;

Comparação: é uma fusão entre as vantagens e os inconvenientes, pois aponta as vantagens da própria argumentação e questiona a validade de outras proposições; Conclusão: é o objetivo final que se quer atingir a partir da tese inicial; Exemplificação: é a relação entre a Ciência e a vida cotidiana. (MONTEIRO, 2002 pp.70-71)

Percebemos algumas correspondências entre os elementos da estrutura de Toulmin e a superestrutura da argumentação científica de Sardà, Sanmartí, que adotam a estrutura Toulmin com a inserção de elementos novos, como os de comparação e exemplificação.

A argumentação é discutida também por DRIVER, NEWTON (1997 citado em CAPECCHI, CARVALHO, 2000) que atribuem níveis de qualidade para os argumentos a partir do modelo de Toulmin. Tais níveis são classificados de 0 a 4, conforme está indicado na tabela 1:

Tabela 1. Categorias ou níveis para a análise da argumentação dos alunos.

Tipo de Argumento	Nível
Afirmação isolada sem justificativa	0
Afirmações competindo sem justificativa	0
Afirmação isolada com justificativa	1
Afirmações competindo com justificativas	2
Afirmações competindo com justificativa e qualificadores	3
Afirmações competindo com justificativas respondendo por refutação	3
Fazer julgamento integrando diferentes argumentos	4

Fonte: CAPECCHI, CARVALHO, 2000.

As justificativas indicadas na tabela acima referem-se às garantias usadas para dar suporte às afirmações ou conclusões apresentadas pelos alunos. Cabe ressaltar que as categorias apresentadas na tabela 1 foram classificadas conforme a presença dos elementos, com exceção do que fundamenta a garantia, o conhecimento básico (B).

É relevante considerar que o processo de ensino e aprendizagem de ciências, especialmente de física, possa ser planejado de forma a valorizar práticas de argumentação científica escrita e oral e acreditamos que a análise dessa argumentação científica produzida pelos alunos é fundamental para avaliarmos o uso do pluralismo metodológico. A fim de complementar os estudos e permitir uma análise geral, consideramos necessário acrescentar no processo de avaliação os níveis da argumentação, de acordo com as categorias (CAPECCHI, CARVALHO, 2000) indicadas na tabela 1, pois permitiram verificar o desenvolvimento de habilidades argumentativas com relação ao papel de construção coletiva do conhecimento científico.

A seguir, apresentamos as estratégias metodológicas de constituição e análises de dados.

2. Metodologia de coleta e análise de dados

A pesquisa é do tipo qualitativa, em que o pesquisador está inserido no ambiente natural onde os dados são constituídos (BOGDAN, BIKLEN, 1982).

O uso do pluralismo metodológico foi desenvolvido ao longo do primeiro semestre de 2014, em sala de aula, com aproximadamente 70 alunos de três salas da terceira série do Ensino Médio de uma escola pública. A idade média dos alunos era de aproximadamente 17 anos. Os nomes da escola e dos alunos foram omitidos por questões de ética. A escola fica na região central de uma pequena cidade do interior do Estado de São Paulo (Brasil), com cerca de 20.000 habitantes e apenas cinco escolas de Ensino Médio. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), que reúne dados sobre aprovação escolar e desempenho nas avaliações do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), para escolas de todo o Brasil, mostra que onde a pesquisa foi realizada tem um desempenho mediano, mas os alunos foram indicados pelo professor da turma como interessados nas aulas.

As atividades pluralistas foram desenvolvidas em sala de aula, conforme as quatro etapas descritas a seguir:

Etapa a- Atividades experimentais de demonstração: A mediadora interagiu com os alunos, por meio da proposta de um problema, reflexão dos dados, levantamento de hipóteses e construção de argumentos visando explicar um fenômeno físico relacionado à eletricidade. Essas atividades foram desenvolvidas com os alunos no início do ano letivo de 2014, com uma duração de aproximadamente três semanas.

Etapa b- Uso de TIC para o desenvolvimento de conceitos físicos, bem como para promover situações de aprendizagens e desenvolvimento de competências capazes de preparar os alunos para enfrentarem situações-problema em contextos reais e propiciar o desenvolvimento de argumentações científicas nos alunos. Essas atividades foram realizadas após o uso das atividades de demonstração e tiveram duração de três semanas.

Etapa c- Desenvolvimento em sala de aula de atividades experimentais com o objetivo de desenvolver nos alunos habilidades para entender e montar pêndulos eletrostáticos, investigar e criar explicações. A mediadora promoveu diálogos, perguntas, levantamento de hipóteses dos alunos, elaboração de argumentos científicos. Essas atividades foram realizadas após o uso das TIC e tiveram duração de três semanas.

Etapa d- Desenvolvimento de projetos como estratégia de resolução de problemas: desde o início do semestre, os alunos foram convidados a construir projetos, com estratégia de resolução de problemas, para o estudo da eletricidade e sustentabilidade, baseado nos conceitos trabalhados em sala de aula por meio das atividades descritas anteriormente e também em suas vivências. Esses projetos foram desenvolvidos por todos os alunos e a apresentação final dos grupos aconteceu no final do primeiro semestre, aproximadamente após duas semanas do término do trabalho com as atividades experimentais em sala de aula.

Após o trabalho em sala de aula foi feita a constituição de dados por meio da metodologia de grupo focal (GONDIM, 2003). O convite para participar dos grupos focais foi feito aos alunos das três salas

participantes das atividades pluralistas e dez, inicialmente, aceitaram participar das quatro entrevistas do grupo focal, voluntariamente, isto é, sem qualquer tipo de bonificação. No transcorrer das atividades, tivemos 2 desistências por problemas com o horário da reunião e mais 4 alunos decidiram participar. Ao final, tínhamos 8 meninas e 4 meninos, sendo que 6 eram considerados bons alunos de Física e os outros 6 com desenvolvimento médio. A frequência nas entrevistas era opcional, ou seja, eventualmente tínhamos algumas faltas em uma ou outra entrevista.

Escolhemos a metodologia de grupos focais por se tratar de uma técnica que permite as interações grupais na discussão de um tópico escolhido pelo pesquisador (GONDIM, 2003) e isso permitiu, a nosso ver, a observação do desenvolvimento de argumentações científicas nos alunos. Nesse modelo, o moderador do grupo focal possui a função de facilitador do processo, de mediador, que orienta as discussões de maneira a incentivar as falas dos participantes sobre determinado assunto.

Foram realizadas quatro sessões de grupo focal, filmadas e transcritas para a análise das argumentações dos alunos: a primeira para levantamento das ideias prévias dos alunos sobre o tema circuitos elétricos e suas expectativas referente ao tema do projeto proposto em sala de aula; a segunda sobre o trabalho em sala de aula com o uso de atividades de demonstração; a terceira após o desenvolvimento das atividades com uso das TIC; a quarta após o trabalho em sala de aula com atividades experimentais e da apresentação do projeto com estratégia de resolução de problema.

Além das quatro sessões dos grupos focais, utilizamos as filmagens de apresentações dos projetos realizados pelos alunos para a comunidade escolar.

Consideramos para a análise e validação dos argumentos a presença dos elementos constitutivos do padrão de TOULMIN (2006): dado (D), garantia (W), conclusão (C), qualificador modal (Q), refutação (R) e conhecimento básico (B). Para enriquecer o estudo da argumentação dos alunos consideramos relevante acrescentar alguns elementos

do padrão de SARDÁ, SANMARTÍ (2000), como a exemplificação. Para analisar a argumentação de forma geral, em um contexto de construção coletiva dos argumentos, consideramos os níveis de argumentação apresentados por CAPECCHI, CARVALHO (2000).

No próximo item, apresentamos e discutimos os principais resultados obtidos em nossa pesquisa.

3. Resultados e discussão

A seguir apresentaremos momentos de falas proferidas nas entrevistas e apresentação de projetos pelos alunos, bem como análises acerca das argumentações levantadas nessas atividades.

O grupo focal 1 foi realizado com a presença de 10 alunos, no início do ano letivo, após terem participado de uma aula de contextualização inicial, por meio do uso de um vídeo. Esta entrevista foi dividida em duas partes. A primeira parte durou 38 minutos e teve o objetivo de levantar as ideias prévias dos alunos sobre os conceitos de eletricidade em geral, sem terem participado de qualquer aula específica sobre este conteúdo. A segunda parte, de 14 minutos, teve a finalidade de levantar os argumentos dos alunos sobre o tema “energia elétrica e sustentabilidade”.

Para exemplificar, apresentamos a seguir falas dos participantes das entrevistas em um dos episódios do grupo focal 1, em que os alunos apresentaram suas ideias prévias acerca das especificações dos aparelhos elétricos. O número indicado no início do trecho refere-se ao turno de fala daquela entrevista.

343) Mediador: Agora, vou fazer uma última pergunta para vocês: vamos supor que vocês fossem montar a casa de vocês, vocês prefeririam a sua instalação a 110 V ou 220 V?

344) Aluno 10: Eu acho que a maioria seria 110 V.

345) Mediador: Por que será?

346) Aluno 10: Por que a maioria dos objetos funciona a 110 V [...].

349) Aluno 10: E consome menos energia também, no 110V.

No turno 343 o mediador questiona os alunos com relação à preferência entre as instalações de 110 V e 220 V. No turno 344 o aluno 10 conclui (C): "eu acho que a maioria seria 110 V". No turno 346 o aluno 10 apresentou uma garantia (W): "por que a maioria dos objetos funciona a 110 V". Em seguida, no turno 349 o aluno 10 elabora uma nova conclusão (C): "consome menos energia também, no 110V". Percebemos que o aluno embasou sua garantia em sua vivência cotidiana. Já a segunda conclusão do aluno apresenta um erro conceitual, o que já era esperado, pois o aluno não teve nenhuma aula formal sobre o assunto.

Esses resultados nos mostram que a argumentação do aluno 10 possui validade de acordo com o padrão de TOULMIN (2006), pois há a estrutura básica "Dado-Garantia-Conclusão", nível 2 (CAPECCHI, CARVALHO, 2000), com duas conclusões competindo com justificativa.

Os demais dados coletados ao longo das atividades realizadas podem ser encontrados na dissertação de GALVÃO (2016) e foram categorizados conforme o exemplo apresentado anteriormente. Por meio dos resultados gerais do grupo focal 1 percebemos que em praticamente todos os turnos de fala houve o levantamento de dados pelos alunos. No entanto, em algumas falas não apareceu elementos que permitissem a passagem desses dados para as conclusões formadas. Na maioria dos casos, os alunos apresentaram um perfil de argumentação fraco, pois há evidências de que ainda não conseguiram expressar um bom nível de argumentação.

Após o levantamento das ideias prévias dos alunos, no grupo focal 1, eles participaram de quatro aulas (etapa a) sobre os temas referentes à eletricidade, às especificações dos aparelhos elétricos e ao consumo de energia elétrica, quando foram utilizadas algumas atividades de demonstração experimental.

Uma semana após o término desse conjunto de aulas, os 10 alunos do primeiro grupo focal, foram convidados a participar na entrevista do grupo focal 2, que contou com a presença de oito alunos. Esta segunda entrevista teve uma duração de 44 minutos.

Apresentamos a seguir algumas falas levantadas em um dos episódios do grupo focal 2:

127) Aluno 8: [...] se você compra um aparelho para a sua casa que não é adequado você pode estragá-lo e também pode acontecer um aquecimento na rede e pode pegar fogo na casa.

128) Mediador: Então quando fala sobre prejudicar o aparelho elétrico, qual especificação você está se referindo?

129) Aluno 8: Os Volts.

131) Aluno 7: A Tensão.

132) Aluno 8: Os Watts é bom ver para economizar energia, porque a potência que influencia no consumo [...].

No turno 127, o aluno 8 forma um argumento referindo à importância das especificações dos aparelhos (D). Apresenta a conclusão (C) "É importante", as duas garantias (2 W) "porque se você compra um aparelho para a sua casa que não é adequado você pode estragá-lo" e "e também pode acontecer um aquecimento na rede e pode pegar fogo na casa". No turno 132 o aluno 8 forma um argumento mais completo pois apresenta a conclusão (C) sobre a importância de saber a potência dos aparelhos: "Os Watts é bom ver"; incluindo um elemento de garantia (W): "porque a potência que influencia no consumo"; e o qualificador modal (Q): "para economizar energia"; que oferece a condição para que a garantia empreste força à conclusão. Portanto, houve a formação de duas conclusões, três garantias (estrutura básica de Toulmin) e um qualificador modal, fato que classifica a argumentação dos alunos em nível 3, de acordo com o referencial de CAPECCHI, CARVALHO (2000).

Esses resultados indicam que o aluno 8 formou uma argumentação válida (segundo o padrão de Toulmin) e sólida (referente aos conceitos envolvidos) acerca das especificações dos aparelhos elétricos, relacionadas à potência e à tensão elétrica. Entendemos que o trabalho com as atividades demonstrativas em sala de aula foi premissa para o desencadeamento do processo argumentativo ocorrido no grupo focal 2.

Os resultados apresentados no grupo focal 2 (disponível na pesquisa de GALVÃO, 2016), mostraram um número significativo de argumentos com nível 3. Dessa forma, pudemos comparar esses resultados com os do grupo focal 1 e observar que os alunos conseguiram expressar uma evolução em seus processos argumentativos.

Em outro momento do trabalho em sala de aula (etapa b), foram desenvolvidas com os alunos atividades com o uso de um software sobre circuitos elétricos, intitulados como "Eletricidade - Circuitos elétricos", disponível no Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE). Foram trabalhados com os alunos conceitos relacionados aos componentes dos circuitos elétricos e suas funções e também conceitos relacionados aos circuitos elétricos em série e paralelo. O terceiro grupo focal teve a duração de 27 minutos e foi realizado com sete alunos, cerca de 10 dias após o uso do software em sala de aula.

Apresentamos a seguir algumas falas do grupo focal 3:

68) Mediadora: Como que eu poderia calcular o valor da corrente, ou seja, quantos Ampères passam aqui e quanto passam aqui [mostra o resistor 1 de 5 Ω e o resistor 2 de 10 Ω]?

69) Aluna 6: Usa a fórmula: $U=R.I$ [...]

82) Mediadora: Então como eu poderia fazer, posso usar a fórmula. Ela tem um nome, qual o nome dela?

83) Aluno 6: Primeira lei de Ohm

84) Mediadora: Isso, primeira lei de Ohm. Se eu tenho os dados, o que eu poderia fazer com eles, eu tenho 12 volts e 5 ohms, o que eu posso fazer pra encontrar a corrente elétrica?

85) Aluno 2: Inverte a fórmula

86) Mediadora: Só inverter, fala pra mim e eu vou escrevendo

87) Alunos: Falam em conjunto $I=U/R$

No turno 68 a mediadora questiona os alunos sobre como calcular a corrente elétrica que passa pelos resistores. No turno 69 o aluno 6 apresenta uma conclusão (C): "Usa a fórmula"; e a garantia (W) que justifica a conclusão do aluno: " $U=R.I$ ".

No turno 83 o aluno 6 apresenta o conhecimento base (B) que fundamenta a garantia apresentada anteriormente: "Primeira lei de Ohm.". No turno 84 a mediadora relembra os dados inseridos em momentos anteriores e questiona os alunos sobre como proceder para calcular o valor da corrente elétrica. Nos turnos 85 e 87 o aluno 2 e outros alunos apresentam falas que consideramos dois qualificadores modais (2Q) que reforçam a garantia do aluno 6 e também validam a sua conclusão (presentes no turno 69): "Inverte a fórmula" e " $I=U/R$ ".

Nessa passagem, a construção da argumentação ocorreu com a interação entre o aluno 6, os outros alunos e a mediadora. A argumentação produzida nessa interação (com estrutura básica do padrão de Toulmin) possui nível 3 (CAPECCHI, CARVALHO, 2000), pois houve a formação de uma conclusão com justificativa (garantia), dois elementos de qualificadores e um elemento de conhecimento base.

Pelos resultados gerais do terceiro grupo focal percebemos que houve a expressão de argumentos com nível 2 e 3, fato que evidencia a melhoria da argumentação científica produzida pelos alunos.

Também foram desenvolvidas com os alunos atividades experimentais para o estudo dos conceitos de eletrostática (etapa c). Estas atividades experimentais tiveram a duração de três semanas. Para o levantamento das argumentações dos alunos, foi realizado o grupo focal 4, uma semana após o término das atividades experimentais em sala de aula. Ele teve duração total de 38 minutos, sendo que 28 minutos foram para levantamento das ideias dos alunos sobre eletrostática e nos 10 minutos finais os alunos argumentaram sobre os projetos que foram realizados por eles durante o semestre.

Como exemplo, alguns momentos do grupo focal 4 são transcritos e analisados a seguir:

102) Aluno 7: Blindamos o celular com o papel alumínio.

103) Aluno 3: Eu tinha falado para a senhora que da panela de pressão.

104) Mediadora: Ah sim, fala para a gente qual foi a sua ideia?

105) Aluno 3: Então como a professora fez de pegar uma caixa de alumínio para colocar o celular e tirar o sinal do aparelho, eu pensei assim, a panela de pressão é totalmente lacrada, então se colocar o celular e a fechasse, ela não ia dar sinal. [...]

110) Mediadora: Então vamos retomar no caso que vocês falaram do celular. O que aconteceu com o celular depois que vocês enrolaram no papel alumínio?

111) Aluno 3 e 7: Não recebeu a chamada.

112) Mediadora: Não recebeu a chamada. Por quê?

113) Aluno 4: Por causa do papel alumínio, que blindava as cargas.

No turno 102 o aluno 7 lembrou de outra atividade experimental realizada em sala de aula, inserindo outro dado (D): "Blindamos o celular com o papel alumínio". Em seguida, nos turnos 103 e 105, o aluno 3 apresenta um argumento acerca de uma ideia que ele teve e faz uma exemplificação da ciência com o cotidiano, inserindo um dado e formando uma conclusão a partir de uma garantia: "Eu tinha falado para a senhora que da panela de pressão" [D]. "[...] a panela de pressão é totalmente lacrada [W], então se colocar o celular e a fechasse ela não ia dar sinal [C]". Em continuidade ao diálogo, a mediadora retorna ao caso da blindagem do celular com o papel alumínio. No turno 111 os alunos concluem [C]: "Não recebeu a chamada [o celular]". Em seguida, no turno 113, o aluno 4 apresenta o elemento de garantia e qualificador modal: "Por causa do papel alumínio [W], que blindava as cargas [Q]".

Esse processo argumentativo mostra que a partir de um dado os alunos conseguiram formar um diálogo em que foram formadas duas conclusões, com garantias. Devido a presença de um qualificador modal foi possível atribuir nível 3 (CAPECCHI, CARVALHO, 2000) à referida argumentação.

Na última fase do trabalho em sala de aula (etapa d), os alunos fizeram apresentações dos projetos desenvolvidos com a estratégia de resolução de problemas, com o tema energia elétrica e sustentabilidade. Destacamos como exemplo, parte das apresentações dos alunos:

Aluno 3: A gente percebeu que há uma grande necessidade de obter energia, e como está crescendo a população, maior seria a demanda para cobrir a necessidade de energia. Ai a gente pensou: o Brasil usa em sua grande maioria as hidrelétricas, só que tem um problema, além da falta de água que está acontecendo em São Paulo na Serra da Cantareira, existe também o problema de quando você constrói a usina hidrelétrica, você tem que tirar as pessoas que moram em volta do rio e também existe a questão ambiental [...].

Aluno 1: Então o nosso objetivo foi construir uma maquete de uma casa na praia sustentável, que causasse menos impacto, menos gasto energético. Nós procuramos representar uma casa que fosse ao máximo, sustentável e ecológica. [...]

Aluno 2: Aqui nós temos flutuadores (mostra na maquete). Esses flutuadores captam a pressão do movimento das sondas do mar. Quando bate a onda este movimento assim (faz o gesto de uma onda) faz com que os flutuadores se levantem e desçam e gera energia mecânica e assim essa pressão que é semelhante a uma queda d'água de 400m de altura, faz com que movimente um gerador dentro de uma câmara. E quando acontece isso ela transforma energia mecânica em energia elétrica. E essa energia elétrica pode ser utilizada depois nas casas. Assim o mar pode ser utilizado como uma fonte de energia mesmo.

Aluno 6: E essa energia que vem das ondas é muito sustentável, com essa energia ela polui menos o ambiente. E como a gente pode ver, a nossa casa pode utilizar tanto essa energia das ondas como a dos painéis solares. [...]

O aluno 3 apresenta o dado (D): "necessidade de obter energia"; a conclusão (C): "maior será a demanda" e a garantia (W): "como está crescendo a população". Em seguida o aluno contextualiza a situação para o Brasil, apresentando uma situação problemática com relação às hidrelétricas.

O aluno 1 ao apresentar o objetivo do projeto introduziu o dado, a conclusão, a garantia e o qualificador modal: "construir uma maquete de uma casa na praia sustentável" [D], "que causasse menos impacto" [W], "menos gasto energético" [Q]. "[...]

nós procuramos representar uma casa que fosse ao máximo, sustentável e ecológica". [C].

Na fala do aluno 2:

[...] quando bate a onda este movimento assim [...], faz com que movimente um gerador dentro de uma câmara. E quando acontece isso ela transforma energia mecânica em energia elétrica. E essa energia elétrica pode ser utilizada depois nas casas. Assim o mar pode ser utilizado como uma fonte de energia mesmo... [...].

O aluno apresenta o dado (D): "a onda do mar"; a conclusão (C): "o mar pode ser uma fonte de energia"; a garantia (W): "o movimento do gerador dentro de uma câmara"; o qualificador modal (Q), que valida a conclusão: "essa energia pode ser usada nas casas"; e o conhecimento básico (B) que sustenta a garantia: "transformação de energia mecânica em elétrica". No momento seguinte o aluno 6 forma um argumento com conclusão (C): "E essa energia que vem das ondas é muito sustentável"; a garantia (W): "essa energia ela polui menos o ambiente". E o qualificador (Q): "E como a gente pode ver, a nossa casa pode utilizar tanto essa energia das ondas como a dos painéis solares".

As argumentações produzidas pelos alunos tratam de uma casa 100% sustentável. Houve a construção de quatro conclusões, embasadas em garantias, a partir dos dados inseridos. Essa estrutura "Dado-Garantia-Conclusão" dá validade à argumentação dos alunos (TOULMIN, 2006). O acréscimo dos elementos de qualificadores modais e de conhecimento base insere qualidade ao discurso argumentativo, classificado com o nível 3 (CAPECCHI, CARVALHO, 2000).

Com os resultados foi possível perceber que os argumentos apresentados pelos alunos podem ser considerados válidos. A seguir, a figura 2 representa uma análise geral de todas as entrevistas e apresentações dos alunos. Cabe ressaltar que entendemos como argumentos dos alunos os momentos em que houve expressões de ideias lógicas por um ou mais alunos referentes a um determinado assunto. As falas de cada aluno não foram analisadas de maneira individual, mas dentro do contexto em que estavam inseridas, ou seja, de acordo com a interação que houve entre os alunos na expressão de seus pensamentos.

A seguir, na figura 2 apresentamos uma síntese dos resultados das argumentações dos alunos em todas as atividades realizadas.

Elementos da estrutura do argumento por atividade

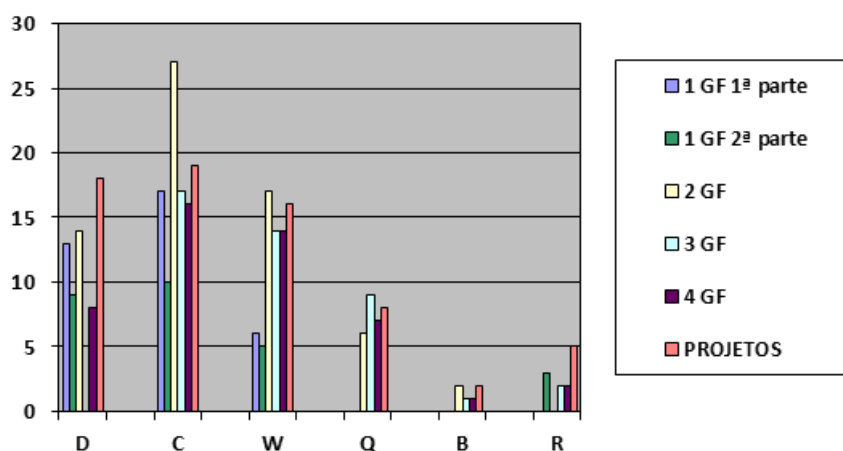


Figura 2. Elementos da estrutura do argumento por atividade.

Fonte: GALVÃO, 2016

Observamos pelos dados apresentados e pela figura 2 que na 1ª parte do grupo focal 1 em que foram levantadas as concepções prévias dos alunos, houve a inserção de quantidades significativas de dados e conclusões, os quais em sua maioria referiam-se aos fatos vivenciados pelos alunos no cotidiano. No entanto, em muitos casos as conclusões formadas eram isoladas e sem justificativas. Quando havia alguma garantia, ela não apresentava explicação científica correta, pois os alunos não tinham nenhum conhecimento formal sobre os assuntos tratados. Por meio da figura acima percebemos também que o elemento de qualificador modal (Q) não apareceu nas argumentações e nem os elementos de conhecimento básico (B) e de refutação (R). Cabe ressaltar que os alunos tiveram 38 minutos para argumentar a respeito dos assuntos propostos pela mediadora.

Em relação a 2ª parte do grupo focal 1 na qual os alunos discutiram assuntos relacionados ao tema “Energia elétrica e sustentabilidade”, após terem assistido em sala um vídeo que introduzia uma situação problema sobre o tema, observamos por meio da figura 2 que houve uma diminuição no número de dados inseridos, de conclusões e de garantias. Acreditamos que esse fato se deve ao menor tempo disponível para as falas dos alunos, aproximadamente de 14 minutos. Percebemos ainda que embora o número dos elementos acima citados da estrutura do argumento tenha diminuído, houve a presença dos elementos de refutação (R), os quais tornaram os argumentos apresentados com mais qualidade, enquadrando-se no nível 3 de argumentação.

No grupo focal 2 podemos visualizar por meio da figura 2 que houve a presença de cinco elementos da estrutura do argumento do padrão de Toulmin: dado, conclusão, garantia, qualificador modal e conhecimento básico. Os alunos fizeram conclusões embasadas em garantias corretas do ponto de vista científico. A presença dos elementos de qualificador modal e conhecimento básico reforçam a nossa tese de que os alunos utilizaram em seus argumentos os conhecimentos trabalhados em sala de aula, por meio das atividades experimentais de demonstração.

Para o grupo focal 3 podemos visualizar pela

figura 2 que não houve inserção de dados pelos alunos. Esse fato aconteceu porque o assunto discutido (circuitos elétricos) é mais complexo, portanto a mediadora sentiu a necessidade de inserir os dados, para que os alunos formassem seus argumentos. No entanto, em relação à presença dos outros elementos da estrutura, o resultado foi satisfatório, pois houve um número significativo de conclusões, qualificadores modais, conhecimento básico e refutação. O número de qualificadores modais foi o mais elevado de todas as atividades, o que nos revela um bom aproveitamento dos alunos em relação ao assunto que foi trabalhado em sala de aula, por meio das TIC. Concluímos que houve um progresso nas habilidades argumentativas dos alunos, pois houve a formação de bons argumentos em um intervalo de tempo de apenas 27 minutos de discussão.

Os resultados do grupo focal 4 também foram satisfatórios, pois percebemos por meio da figura 2 que houve a inserção pelos alunos de todos os elementos da estrutura de Toulmin. Em alguns casos as conclusões apareceram acompanhadas de garantias, qualificadores modais, conhecimento básico e elemento de refutação. Acreditamos que o trabalho com as atividades experimentais em sala de aula possibilitou aos alunos a formação de boas argumentações, num intervalo de tempo de apenas 28 minutos.

Por último, de acordo com os resultados expostos na figura 2, vemos que nas argumentações dos alunos em relação aos projetos também apresentaram uma quantidade expressiva de alguns elementos importantes do argumento. Percebemos que o número de dados, conclusões, garantias, qualificadores e elementos de refutação aumentaram se comparados com o número desses elementos no 4º grupo focal. Destacamos que os alunos apresentaram seus projetos em um intervalo de tempo razoavelmente pequeno, em média cinco minutos para cada projeto apresentado e tiveram um intervalo de tempo de 10 minutos para expressar suas opiniões sobre os projetos executados. Dessa forma, entendemos que houve aprimoramento em suas argumentações.

4. Conclusão

O uso em sala de aula das atividades experimentais e de demonstração, da tecnologia de informação e comunicação e o uso de projetos como estratégia de resolução de problemas parece ter sido favorável para exposição de ideias de forma argumentativa, identificada nos grupos focais e na apresentação dos projetos. Os resultados da pesquisa, sobre o trabalho planejado e orientado com o uso das atividades diversificadas em sala de aula, indicam que há evidências de que os alunos ampliam suas habilidades de argumentar cientificamente, quando expostos a uma metodologia pluralista.

No início do primeiro grupo focal não percebemos muitos casos com essa estrutura, o que era esperado, pois os alunos expressaram suas ideias prévias sobre o tema eletricidade, enquadrando-se, portanto, no nível 0 a 2 de argumentação, pois apresentaram muitos argumentos com a estrutura “Dado - Conclusão”. Em alguns casos apareceram garantias, mas com erros conceituais. No entanto, ainda no primeiro grupo focal, em sua última parte, percebemos que os discursos apresentados pelos alunos melhoraram do nível 2 para o nível 3, devido à presença dos elementos de garantia (W) e de refutação (R).

No segundo grupo focal é evidente o progresso dos alunos em suas argumentações, pois verificamos a presença de argumentos com a estrutura “Dado - Garantia - Conclusão”. Em alguns casos houve a inserção dos elementos de qualificador modal (Q) e de conhecimento básico (B). Diante desses resultados concluímos que esses argumentos mais ricos e completos dos alunos evidenciam que o uso das atividades experimentais de demonstração utilizadas em sala de aula, pôde contribuir de maneira significativa para a construção de argumentos válidos pelos alunos acerca dos conceitos de eletricidade, especialmente sobre as especificações dos aparelhos elétricos.

No terceiro grupo focal os alunos expressaram as suas ideias por meio de argumentos ainda mais ricos e completos, quando comparados aos apresentados no segundo grupo focal. O padrão de argumentação

dos alunos continuou com a estrutura “Garantia – Conclusão”, a partir de dados inseridos pela mediadora. E em alguns casos houve a presença de elementos de refutação (R), conhecimento básico (B) e de qualificador Modal (Q).

No quarto grupo focal, após o trabalho com atividade experimental em sala de aula, houve a formação de bons argumentos pelos alunos sobre conceitos de eletrostática. Percebemos que o nível da argumentação continuou com a estrutura essencial “Dado - Garantia - Conclusão” e com a presença de momentos com o acréscimo dos elementos de qualificador modal (Q), conhecimento básico (B) e de refutação (R). Enfatizamos que os discursos apresentados foram considerados válidos de acordo com o padrão utilizado e também apresentaram bons níveis de argumentação.

Na apresentação dos projetos em aula e no momento de expressar as opiniões sobre os projetos durante o quarto grupo focal, os alunos voltaram a apresentar argumentos válidos e bons níveis de qualidade. Houve a presença de estrutura básica “Dado - Garantia - Conclusão”, valorizada em alguns momentos com os elementos de qualificador modal (Q), conhecimento básico (B) e de refutação (R).

Com base nas inferências apresentadas anteriormente, concluímos que o padrão de Toulmin é um instrumento importante para a análise dos argumentos apresentados pelos alunos, pois permite identificar a presença de elementos da estrutura argumentativa que tornaram o discurso válido.

É importante esclarecer que as sequências didáticas pluralistas foram desenvolvidas pelo professor da turma, de acordo com a realidade da sala de aula e com propósito de atingir os objetivos da pesquisa. Dessa forma, ressaltamos que a proposta do pluralismo metodológico pode ser uma alternativa que facilita o processo de ensino e aprendizagem, desde que ela seja planejada e orientada para se atingir propósitos definidos previamente. Nesta perspectiva, acreditamos que os resultados da pesquisa podem contribuir para os estudos acerca do processo de desencadeamento de argumentação científica nos alunos.

5. Referências bibliográficas

- AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. Pioneira Thomson Learning. São Paulo, SP: Brasil. 2004. pp. 19-33.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora. Porto: Portugal, 1982.
- BONADIMAM, H.; NONENMACHER, S.E.B. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, pp. 194-223, ago. 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1087>>. Acesso em 29 dez. 2018.
- BRITO, L.O.; FIREMAN, E.C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, pp. 123-146, jan-abr. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172016180107>>. Acesso em 29 de dez.2018.
- CAPECCHI, M.C.V.M.; CARVALHO, A.M.P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, pp. 171-189. 2000. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/592/383>>. Acesso em 29 de dez.2018.
- CARVALHO, A.M.P. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A.M.P. *et al.* **Ensino de Física**. Cengage. São Paulo, SP: Brasil. 2011. pp. 53-78.
- COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo pedagógico fundamental. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, v. 46, n. 5. 2008.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, Nueva York, v. 84, n. 3, pp. 287-312. 2000.
- FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.19, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v19/1983-2117-epec-19-e2658.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2017.
- GALVÃO, I. C. M. O pluralismo metodológico no ensino de física e o aprimoramento da argumentação científica dos alunos. 2015. 191 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, Lorena, 2016.
- GONDIM, S. M. G. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. **Paidéia**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 24, pp. 149-161. 2003.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, pp. 139-159. 2015.
- LABURÚ, C.A.; ARRUDA, S.M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, pp. 247-260. 2003.
- LARMER, J.; ROSS, D.; MERGENDOLLER, J.R. **Project Based Learning (PBL)**. Buck Institute For Education .California. 2009.
- LEITE, L.; AFONSO. A. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Características, organização e supervisão. **Boletim das Ciências**, Santiago de Compostela, v. 48, pp. 253-260. 2001.
- LEITE, L.; ESTEVES, E. Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química. In: B. SILVA; L. ALMEIDA (Eds.). **Actas do Congresso Galaico-Português de Psico-Pedagogia**. Universidade do Minho, CD-ROM. Braga. 2005. pp.1751-1768.
- MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais: um estudo de caso. **Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 8, n. 2, pp. 527-538. 2009.

- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, 2002.
- MENDONÇA, P.C.C.; JUSTI, R.S. (2013). Ensino-Aprendizagem de Ciências e Argumentação: Discussões e Questões Atuais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, pp. 187-216. 2013. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2461/1861>>. Acesso em 29 dez.2018.
- MONTEIRO, M.A.A. **Interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais: um estudo do discurso do professor e as argumentações construídas pelos alunos**. 204f. (Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2002.
- MONTEIRO, I.C.C.; GASPAS, A. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, pp. 227-254. 2005. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/518>>. Acesso em 29 dez. 2018.
- MONTEIRO, M.A.A.; GERMANO, J.S.E.; MONTEIRO, I.C.C.A. A utilização de recursos multimídia em aulas de física a partir do referencial teórico de Vigotski. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. Curitiba, PR. 2008.
- PEDROSA, M.A.; JOÃO, P.A. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Educação em Ciências para a Sustentabilidade. In: LEITE, L. *et al.* ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. ATAS. Universidade do Minho. Braga. 2013.
- PINTO, I.L.G. **O progresso de Ciência e o Anarquismo Epistemológico de Karl Paul Feyerabend**. 97f. (Dissertação de Mestrado em Filosofia) - PUC-Rio, Rio de Janeiro. 2007.
- REZENDE, F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. **Ensaio – Pesquisa em Educação Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, pp. 1-18. 2002.
- SANTOS, A.C.S.P.T. **As TIC e o Desenvolvimento de Competências para Aprender a Aprender: um estudo de caso de avaliação do impacto das TIC na adoção de métodos de trabalho efectivos no 1º Ciclo EB**. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Aveiro. Aveiro. 2007.
- SARDÀ, A.J.; SANMARTÍ, N.P. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 18, n. 3, pp. 405-22. 2000.
- SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, pp. 97-114. 2011.
- SCARPA, D. L. O papel da Argumentação no Ensino de Ciências: lições de um workshop. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, pp. 15-30. 2015.
- 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. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, pp. 187-209. 2003.
- TOULMIN, S.E. **Os usos do argumento**. 2. ed. Martins Fontes. São Paulo: Brasil. 2006.

