

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**Faculdade de Educação**

**CECIMIG**

**CONCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIA, CIENTISTAS E  
ATIVIDADE CIENTÍFICA – ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES E  
LIMITES DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS**

Isabela Marques de Moura

Belo Horizonte

2013

Isabela Marques de Moura

**CONCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIA, CIENTISTAS E  
ATIVIDADE CIENTÍFICA – ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES E  
LIMITES DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS**

Monografia apresentada ao Curso de  
Especialização ENCI-UAB do CECIMIG  
FaE/UFMG como requisito parcial para obtenção  
de título de Especialista em Ensino de Ciências  
por Investigação.

Orientadora: Profa. Ms. Márcia Maria Martins  
Parreiras

Belo Horizonte

2013

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha orientadora Márcia Parreiras pelo incentivo, colaboração, dedicação e carinho que me encorajou a realizar este trabalho.

Às tutoras do curso ENCI e toda sua equipe pedagógica pelo trabalho infinito e amoroso que é a Educação.

Aos colegas de curso que sempre me apoiaram nos momentos mais difíceis e de incertezas.

À minha mãe pela paciência e orientação na vida.

E a Deus por permitir que tudo acontecesse.

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo identificar as concepções prévias de estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre o que é ciência, quem é o cientista e como ocorre a atividade científica. Além disso, buscou avaliar algumas contribuições e limites proporcionados pelas atividades investigativas para a construção de uma visão mais contextualizada, crítica e holística sobre os referidos elementos. Para tanto, utilizou-se como metodologia a aplicação de dois questionários abertos - o pré-teste e o pós-teste -; e a realização de uma sequência didática com três atividades sob a perspectiva investigativa. As atividades constituíram-se em: (1) realização de dinâmica; (2) discussão reflexiva de um texto e, por fim, (3) exibição e discussão de um filme. Ao final das etapas metodológicas, concluímos que os estudantes possuem visões deformadas do trabalho científico, do cientista e da própria ciência, predominando a visão empirista. Além disso, avaliou-se a necessidade de maior período de tempo para trabalhar novas concepções sobre aqueles elementos, uma vez que ainda é bastante forte o fundamento empirista nas práticas escolares de ensino-aprendizagem no campo das Ciências Naturais.

Palavras-chave: concepções dos estudantes, cientista, ciência, trabalho científico; atividades investigativas.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	6
1.1 Objetivos Geral e Específicos .....	8
1.2 Justificativa .....	9
2. METODOLOGIA .....	11
2.1 Sequência das atividades .....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
3.1 Resultados Pré-teste .....	16
3.2 Resultados da sequência didática .....	26
a) Dinâmica .....	27
b) Texto .....	28
c) Filme .....	31
3.3 Resultados Pós-teste .....	31
4. CONCLUSÃO .....	40
5. REFERÊNCIAS .....	41
6. ANEXOS .....	43

# 1 INTRODUÇÃO

Segundo Munford e Lima (2007), o ensino de ciências, tradicionalmente, tem se realizado por meio de proposições científicas, apresentadas na forma de definições, leis e princípios que, via de regra, são tomados como verdades imutáveis. Neste caminho, há pouca ou nenhuma problematização dos temas e processos científicos, o que inclui suas próprias teorias, atores e processos. Em tal modelo de ensino, poucas são as oportunidades de se realizar investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos em estudo. Como resultado desse processo acrítico de ensino-aprendizagem da Ciência, os estudantes terminam por elaborar representações inadequadas sobre a Ciência, tendendo a desconsiderar seu caráter cultural e sociológico.

Devido às dificuldades enfrentadas pelos estudantes no entendimento dos fenômenos tratados nas salas de aula de Ciências, abordados de forma fragmentada, sem considerar o processo dinâmico, coletivo, de erros e acertos, da construção do saber científico, o interesse dos estudantes pelo campo vem decrescendo. Atualmente, segundo Trópia e Caldeira (2009), a situação educacional mostra que há uma rejeição de grande parte dos estudantes quanto às práticas escolares. Essa rejeição é evidenciada de várias formas, seja pelo descaso e indiferença, seja pela evasão e/ou repetência.

Vários autores tais como Driver et al (1999), Carvalho e Vianna (2000), Perez *et al* (2001), Paula (2004), Munford e Lima (2007), Lima et al (2008), entre outros, têm discutido sobre a importância da abordagem do processo de desenvolvimento das ideias científicas junto aos estudantes. Nesta nova perspectiva, além das questões tradicionais de aprendizagem, como os produtos da atividade científica, as leis, os modelos, as definições e teorias, trabalhar-se-ia, concomitantemente, as estratégias do trabalho científico, isto é, a forma pela qual os cientistas abordam os problemas, as características de sua atividade, os critérios de validação e aceitação das teorias, etc. Tal abordagem configurar-se-ia em um esforço para superação de visões deformadas amplamente difundidas (CARVALHO e VIANNA, 2000).

Pode-se afirmar que os processos de investigação científica, em termos técnicos, sem se considerar - ainda - os aspectos psicológicos, históricos e sociológicos envolvidos no processo, incluem a observação, o planejamento, o levantamento de hipóteses, a realização de medidas, a interpretação de dados, a reflexão e a construção de explicações de caráter teórico. Sá et al (2008) afirmam que é justamente a compreensão dessas características que os estudantes carecem, principalmente, nas aulas de Ciências, de modo que a ausência dessa discussão prejudica-os demasiadamente no processo de aprendizagem sobre a dinâmica do fazer científico.

A preocupação com a formação de todos os indivíduos para o exercício da cidadania tem levado à proposição de novos currículos, bem como de materiais didáticos mais contextualizados, e à formação de um novo olhar pedagógico dos docentes sobre o ensino que praticam (LIMA et al, 2008).

Nesse caminho, Claxton (1991) apud Lima et al (2008) enumera alguns novos propósitos da Educação em Ciência, na atualidade, como: promover um melhor desempenho econômico da sociedade; dar acesso ao conhecimento básico que permita a todos os cidadãos ter controle sobre a tecnologia de que fazem uso em sua vida; aumentar a participação cidadã e responsável em debates cruciais, relacionados à Ciência, com os quais a sociedade se defronta; rever os estereótipos sobre Ciência e cientistas que, favoráveis ou desfavoráveis, distorcem a participação das pessoas “comuns” em tais debates; dar acesso às formas de pensamento científico, como ferramentas importantes a serem usadas nas tomadas de decisão e na solução de problemas vivenciados pelas pessoas e, por fim, promover o acesso à Ciência como produto cultural.

Sendo assim, considero pertinente responder ao longo de minha pesquisa: Como é o desenvolvimento das ideias de estudantes do ensino fundamental sobre ciência, os cientistas, e os trabalhos científicos ao longo da realização de atividades investigativas?

Perez *et al* (2001) pesquisou numerosos grupos de professores de ciências em formação inicial e em formação contínua, analisou artigos sobre educação científica/didática das ciências para conhecer possíveis deformações sobre a natureza da ciência e sobre o que é a construção do conhecimento científico,

apresentando os seguintes tópicos sobre as visões deformadas do trabalho científico, a saber: (i) concepção empírico-indutivista e ateórica - concepção descontextualizada e socialmente neutra, não há problematização; (ii) visão rígida ou algorítmica - apresenta-se o “método científico” como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente, onde os resultados das pesquisas científicas e tecnológicas são consideradas infalíveis e como certezas absolutas; (iii) visão aproblemática e ahistórica – transmissão de conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas, também considerada dogmática ou fechada; (iv) visão exclusivamente analítica – possui caráter limitado, simplificador, divisão dos estudos em parcelas, ignorando-se a unificação como característica fundamental da evolução dos conhecimentos científicos; (v) visão individualista e elitista – os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, reforçando o papel de pessoas especialmente dotadas intelectualmente, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, havendo discriminação social e sexual, atividade predominantemente masculina.

Diante desse quadro, respostas para a questão proposta nesta monografia, qual seja, identificar as concepções prévias de estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre o que é ciência, quem é o cientista e como ocorre a atividade científica, bem como, avaliar algumas contribuições e limites proporcionados pelas atividades investigativas para a construção de uma visão mais contextualizada, crítica e holística sobre os referidos temas, é de suma importância, uma vez que as abordagens tradicionais têm se mostrado muito distantes da forma como se constroem e se transformam os conhecimentos científicos e tecnológicos. (TOMAZI et al, 2009).

## **1.1 Objetivos Geral e Específicos**

O presente trabalho teve por objetivo identificar as concepções prévias de estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre o que é ciência, quem é o cientista e como ocorre a atividade científica. Além disso, buscou avaliar algumas

contribuições e limites proporcionados pelas atividades investigativas para a construção de uma visão mais contextualizada, crítica e holística sobre os referidos elementos.

Dentre os objetivos específicos destacam-se: (1) fazer uma breve revisão bibliográfica sobre o tema do trabalho; (2) identificar as concepções dos estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre o que é ciência, quem é o cientista e como se dá a atividade científica; (3) elaborar uma sequência didática, a partir da metodologia de ensino por investigação, a fim de oferecer possibilidades de se problematizar aspectos relacionados à temática do presente trabalho; (4) avaliar as contribuições e limites das atividades investigativas para a construção diferenciada sobre quem é o cientista, o que é ciência e como ocorre o trabalho científico.

## **1.2 Justificativa**

Segundo Kosminsky e Giordan (2002) muitas visões tradicionais sobre Ciência são decorrentes do pensamento positivista, cuja ênfase é a de que o conhecimento se obtém pelo aprimoramento do senso comum, lançando-se mão de um método único para todas as Ciências. Essa é considerada uma visão deformada da ciência, onde os estudantes se deparam com o método científico descrito como único, invariável, infalível, um conjunto de etapas rígidas.

Atualmente vários pesquisadores em ensino de Ciências têm proposto novo modelamento do ensino, enfatizando que a aprendizagem envolve um processo ativo de construção de significados pelo aprendiz e não mais diretamente transmitido pelos professores. Neste sentido Driver *et al* esclarecem que:

[...] aprender ciências, envolve ser iniciado nas idéias e práticas da comunidade científica e tornar essas idéias e práticas significativas no nível individual. O papel do professor de ciências, mais do que organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre o mundo natural, é o de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido pessoal à maneira como as asserções do conhecimento são geradas e validadas. (DRIVER *et al* , 1999, p.02-03).

Investigar como é o desenvolvimento das ideias de estudantes do ensino fundamental sobre ciência, os cientistas, e os trabalhos científicos, ao longo da realização de atividades investigativas, que se configura no objetivo geral desse trabalho, possibilita aos alunos maior capacidade de avaliar e resolver problemas, planejar, argumentar, construir e defender argumentos. Helder de Figueiredo e Paula posiciona-se em relação ao tema:

O desenvolvimento de uma epistemologia mais sofisticada por parte do aluno pode contribuir para: a) melhorar a aprendizagem de conteúdos da ciência; b) elevar sua capacidade de argumentação; c) formar cidadãos mais conscientes da importância da argumentação sólida na avaliação de afirmações em competição; d) promover a compreensão de que a existência de controvérsias e a existência de questões em aberto não fazem com que a ciência se torne um conhecimento de pouco rigor ou consistência. (PAULA, 2004, p.30).

No mesmo sentido, Sá et al salientam que:

O sujeito que aprende é aquele que se dispõe a atribuir significados ao mundo e a confrontar suas explicações com as dos outros. Essa disposição é da ordem do saber ser e estar no mundo, do se relacionar com os outros, com as próprias ideias e com as alheias. (SÁ, 2008, p.87-88).

As investigações em Ensino de Ciências têm revelado a importância das concepções dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, mesmo essas concepções sendo apoiadas em ideias equivocadas sobre o método científico, servem de sistema explicativo eficaz e funcional para o estudante (REBELLO, 2000 apud PAIVA e MARTINS, 2008).

A aprendizagem é tanto mais significativa quanto mais relações com sentido o aluno for capaz de estabelecer entre o que já conhece, seus conhecimentos prévios e o novo conteúdo que lhe é apresentado. Dessa forma novos significados são adquiridos, através de um processo de interação de novas ideias com conceitos relevantes já existentes na sua estrutura cognitiva (PAIVA e MARTINS, 2008).

## 2 METODOLOGIA

O presente estudo de caráter qualitativo, como já exposto anteriormente, teve por objetivo identificar as concepções prévias de estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre o que é ciência, quem é o cientista e como ocorre a atividade científica. Além disso, buscou avaliar algumas contribuições e limites proporcionados pelas atividades investigativas para a construção de uma visão mais contextualizada, crítica e holística sobre os referidos elementos.

Desse modo, realizou-se a investigação em uma escola da rede pública de ensino estadual, localizada na cidade de Santa Luzia, Minas Gerais, com 24 estudantes do nono (9º) ano do ensino fundamental, do turno matutino. Inicialmente, foi aplicado um questionário aberto para levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o que é ciência, quem é o cientista e como é realizada a atividade científica (Anexo A).

Dentre os conteúdos selecionados a serem abordados em sala de aula de Ciências Naturais, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) destacam-se dois pontos relevantes: (i) os conteúdos devem ser relevantes do ponto de vista social, cultural e científico, permitindo ao estudante compreender, em seu cotidiano, as relações entre o ser humano e a natureza mediadas pela tecnologia, superando interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta e (ii) os conteúdos devem favorecer a construção, pelos estudantes, de uma visão de mundo como um todo formado por elementos inter-relacionados, entre os quais o ser humano, agente de transformação. Devem promover as relações entre diferentes fenômenos naturais e objetos da tecnologia, entre si e reciprocamente, possibilitando a percepção de um mundo em transformação e sua explicação científica permanentemente reelaborada.

Dessa forma, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Fundamental enfatizam que ao final do ensino fundamental os estudantes tenham desenvolvidos as seguintes capacidades:

“Compreender a natureza como um todo dinâmico e o ser humano, em sociedade, como agente de transformações do mundo em que vive, em relação essencial com os demais seres vivos e outros componentes do ambiente; compreender a Ciência como um

processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural”. (BRASIL, 1998).

Após esse primeiro levantamento elaborou-se uma seqüência didática a partir da metodologia de ensino por investigação, baseada no uso de uma dinâmica, da discussão de textos elaborados pela professora (Anexo C) e da discussão orientada de um filme (Anexo D). Estes recursos contribuíram para a abordagem crítica sobre o que é ciência, quem são os cientistas e como ocorre a atividade científica. Após a realização da seqüência didática aplicou-se o pós-teste (Anexo B) e as respectivas análises dos resultados de todo o processo.

Em termos gerais, segundo Vaz e Júlio (2004), as atividades de investigação envolvem solução de problemas abertos ou problemas sobre os quais os estudantes recebem poucas informações, são tarefas complexas que requerem diferentes habilidades e competências em sua condução. Nas atividades curriculares de investigação, os estudantes desenvolvem autonomia para a realização de tarefas que requerem iniciativa, organização de um sistema de trabalho e outros requisitos que vão além de um conhecimento específico para a solução de um problema.

A partir da consideração dessas características, as três atividades investigativas da seqüência didática elaboradas foram: uma dinâmica denominada “Caixa Misteriosa”, a discussão de um texto elaborado pela autora deste trabalho, intitulado “Um olhar sobre alguns eventos e personagens na história da ciência” e, finalmente, a exibição e discussão do filme “Óleo de Lorenzo”.

As dinâmicas são atividades que trabalham a imaginação, a criatividade, a competitividade, a organização e a aquisição de conhecimentos. Segundo Santana (2008) apud Moraes (2010) uma atividade lúdica induz o raciocínio do aluno, a reflexão, o pensamento e conseqüentemente a construção do seu conhecimento, além do desenvolvimento de habilidades necessárias às práticas educacionais da atualidade.

O uso de dinâmicas no ensino promove uma possibilidade real no auxílio ao processo de ensino-aprendizagem bem como tem importante papel no desenvolvimento psicossocial do aluno. No contexto das atividades são valorizados

aspectos como: atenção, organização, construção de habilidades cognitivas e sociais próprias ao pensamento operatório, oportunizando o desenvolvimento de atitudes favoráveis à aprendizagem, integração do indivíduo a um grupo, com conseqüente envolvimento emocional entre os participantes, promove também a habilidade de pesquisar, estimula a espontaneidade, a criatividade e autoafirmação e autonomia para resolução de situações-problemas (DIMAS, 2007).

Com relação ao filme, Munford *et al* (2008) ressalta que, com muita freqüência, no cotidiano escolar, professores utilizam filmes como recurso didático para discutir determinados temas em suas aulas. Na maioria das vezes, os resultados alcançados com a exploração desse recurso superam as expectativas em relação à produção e à discussão dos alunos. No entanto esses resultados só são positivos, quando a atividade se desenvolve a partir de um bom planejamento.

Segundo Ricci (2004),

“... o filme pode se transformar num importante aliado dos professores, pois a linguagem da imagem desperta a curiosidade, aguça a observação e coletiviza a discussão em torno das informações. É preciso, então instigar a turma antes de ver o filme, ou seja, fazer uma contextualização ou antecipação de alguns dados. Depois da exibição, é preciso deixar aflorar as diferentes opiniões e sentimentos provocados pelo filme. Após o debate, para despertar a atenção dos alunos para alguns aspectos que merecem maior aprofundamento, de acordo com a temática e os objetivos propostos”. (RICCI, 2004, p. 25-26).

Por tais características acreditamos que tanto as dinâmicas quanto o filme podem ser consideradas em um contexto de seqüência didática de atividade investigativa.

A referida seqüência didática foi aplicada, junto aos alunos, ao longo de um período de oito horas/aulas com duração de 50 minutos cada. A seguir detalhamos cada uma das atividades desenvolvidas.

## **2.1 SEQUÊNCIA DAS ATIVIDADES**

Atividade 1 – Dinâmica “A Caixa Misteriosa” – realizada em duas horas/aulas.

a) Objetivo: promover a compreensão dos estudantes sobre as características das atividades científicas.

b) Materiais: para esta atividade foram utilizadas duas caixas de papelão do tamanho 18 cm x 19 cm x 19 cm, objetos pequenos como milho de pipoca, tampa de garrafa pet, grampos de cabelo, papel picado, bola de gude, parafusos, cliques, lápis, borracha, caneta, entre outros. Com o uso desses materiais a professora confeccionou 2 caixas, uma foi lacrada de modo que, durante a dinâmica, nenhum estudante tivesse acesso ou conhecimento prévio de seu conteúdo (caixa 1) e a outra não foi lacrada (caixa 2). A caixa 1 possuía os seguintes materiais: papel picado, milho de pipoca, tampa de garrafa pet, cliques, tampa de caneta, chave, óculos de brinquedo, plástico de porta-documento; e a caixa 2 possuía lápis, papel picado, borracha, cliques, parafusos, bola de gude, milho, pilha.

c) Procedimentos: separou-se a turma em seis grupos, a caixa 1 foi passada de grupo em grupo, para que os estudantes levantassem hipóteses sobre seu possível conteúdo. Após essa etapa, foi disponibilizada a caixa 2 e apresentados os possíveis materiais que ela continha, dessa forma os estudantes confirmaram ou negaram os levantamentos iniciais.

Disponibilizou-se um determinado tempo para que discutissem sobre o conteúdo da caixa 1. À medida que surgiram os questionamentos, apresentei as características das atividades científicas, citadas por Lima *et al* (2008): (i) Problematização - onde deve-se definir ou identificar os objetivos da investigação; (ii) Produção de hipóteses – fase onde deve-se formular possíveis descrições do que se pretende conhecer; (iii) Escolha dos métodos de investigação – identificar, quando possível, a existência de modos diferentes de abordar as questões ou de responder a elas; (iv) Análise de dados e avaliação de possíveis resultados - refinar ou rever as questões que deram origem à investigação: Elas são pertinentes? É interessante reformulá-las? Novas questões importantes surgiram?; (v) Conclusão, síntese e avaliação final – comparar o modo como a situação problemática era compreendida antes da investigação com a nova compreensão gerada à luz dos resultados da investigação e (vi) Comunicação de resultados – orientando aos estudantes a produzir relatórios e outros recursos a serem usados na divulgação dos resultados obtidos.

Ao final do período estipulado, os estudantes foram orientados a elaborar um relatório sobre a atividade realizada, identificando quais critérios utilizaram para descobrir o conteúdo da “caixa misteriosa”.

Atividade 2 – Discussão do texto “Um olhar sobre alguns eventos e personagens na história da ciência” – realizada em duas horas/aulas.

a) Objetivos: promover a sistematização do conhecimento dos estudantes acerca das práticas utilizadas na geração dos produtos científicos, o desenvolvimento de novas tecnologias, a divulgação desses estudos que beneficiam a sociedade.

b) Materiais: utilizou-se um texto elaborado pela professora, a partir de uma adaptação do conteúdo dos sites Planeta 72, disponível em <http://cienciadoleite.com.br/?action=1&a=54&type=1> e Ciência do leite, disponível em <http://planeta72.blogspot.com.br/2009/06/louis-pasteur.html>. Após a leitura, os estudantes foram orientados a responder a questões relacionadas na sequência. (Anexo C)

c) Procedimentos: a turma foi dividida nos mesmos grupos da atividade anterior e o texto foi lido juntamente com a professora, em seguida cada grupo respondeu às questões relacionadas. À medida que se processava a atividade, os estudantes mostraram-se surpresos com a origem da pasteurização, abrindo espaço para discussão sobre descobertas de novas tecnologias e suas implicações para a sociedade.

Atividade 3 – Exibição e discussão do filme “Óleo de Lorenzo” - realizada em quatro horas/aulas

a) Objetivos: instigar os estudantes a investigar a possibilidade de existir ciência fora da comunidade científica.

b) Materiais: sinopse do filme apresentada aos estudantes antes de sua exibição e proposição de questões, após a exibição, adaptadas do conteúdo da coleção ENCI, 2008, vol. I, p. 104 -106. (Anexo D)

c) Procedimentos: o filme foi exibido em quatro horas/aulas. Foi disponibilizado um tempo para que os estudantes expusessem seus pontos de vista sobre a história

relatada no filme, terminado o prazo iniciou-se um debate sobre o objetivo da atividade e oralmente os estudantes responderam às seguintes questões:

1. Como, em sua opinião, o conhecimento científico é produzido?
2. Como, em sua opinião, o conhecimento científico é validado?
3. O que os médicos sabiam sobre a doença quando Lorenzo foi diagnosticado como um portador de ALD? Quais foram as alternativas apresentadas pelos médicos para a família?
4. Quais foram as dificuldades encontradas pelos pais de Lorenzo para conseguir um tratamento adequado para ele? Qual foi a causa das dificuldades enfrentadas por eles?
5. Qual foi o grande desafio dos pais de Lorenzo? Que perguntas eles foram formulando ao longo do tratamento de Lorenzo e como tentaram responder a essas perguntas? Qual foi o resultado do trabalho dos pais de Lorenzo?
6. Em que consiste a diferença de interesses observada entre o pesquisador e o médico com relação às necessidades e expectativas do paciente e da família deste?

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Resultados Pré Teste**

Foram aplicados dois questionários abertos, de igual conteúdo: o “pré-teste” e “pós-teste”.

O questionário pré-teste destinou-se à verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática desta pesquisa. Foi aplicado antes da realização da sequência didática discriminada na seção Metodologia.

O questionário pós-teste foi aplicado posteriormente à realização das atividades investigativas propostas, dentro da sequência didática, e seu objetivo foi identificar as concepções prévias de estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre o que é ciência, quem é o cientista e como ocorre a atividade científica. Além disso,

buscou avaliar algumas contribuições e limites proporcionados pela atividade investigativa aplicada para a construção de uma visão mais contextualizada, crítica e holística sobre os referidos elementos.

Iniciando, então, a apresentação dos dados, temos que, ao todo, responderam ao questionário pré-teste 24 estudantes. A tabela apresentada abaixo exhibe a tabulação dos dados obtidos.

**Tabela 3.2-1. Dados do questionário “Pré-teste”**

Perguntas	Categorias Agrupadas			
	1- Em sua opinião o que é Ciência?	Realizar descobertas e/ou experimentos	Estudar a vida e/ou o ser humano	Estudar química e/ou física
	8 respostas	7 respostas	6 respostas	3 respostas
2- Quem são as pessoas que fazem ciência? Ilustre sua resposta e faça uma legenda explicativa.	São cientistas em seu laboratório		São pessoas curiosas em busca de respostas	
	18 respostas		6 respostas	
3- De que maneira, de que forma essas pessoas fazem ciência?	Realizando experimentos	Em busca de conhecimento	Em busca de conhecimento e realizando experimentos	
	10 respostas	7 respostas	7 respostas	
4- Em que locais, espaços, as atividades científicas são realizadas?	Em laboratório		Em laboratório e em outros locais	
	12 respostas		12 respostas	
5- Em sua opinião, a ciência é realizada por pessoas individualmente ou coletivamente? Explique sua resposta.	Coletivamente		De ambas as formas	
	12 respostas		12 respostas	

Ao analisarmos a primeira questão, “Em sua opinião o que é Ciência?”, obtivemos respostas que puderam ser agrupadas em quatro categorias e hierarquizadas de acordo com a quantidade de respostas relacionadas.

A primeira categoria “Realizar descobertas e/ou experimentos”. Nesta foram agrupadas as respostas em que os estudantes citam que a realização de experimentos ou descobertas está relacionada ao que é ciência:

*“Experiências e descobertas que acabam de um jeito ou de outro ajudando o mundo.”*

*“Ciência para mim é experimentos para avançar nossos conhecimentos e descobrir curas para doenças e estudando novas tecnologias.”*

*“Na minha opinião a ciência procura tentar descobrir a verdade em que ela acredita ser. Porque a base da ciência é o fato e não suposição.”*

Os estudantes estabelecem uma relação entre as descobertas, experiências e tecnologia para melhorar o mundo ou descobrir cura para doenças.

A segunda categoria “Estudar a vida e/ou o ser humano”. Nesta, os estudantes citam que a ciência é o estudo da vida ou estudo dos aspectos relacionados ao ser humano.

*“Em minha opinião a ciência é o estudo da vida (reprodução, seres vivos).”*

*“Estuda o movimento de um corpo, as doenças, suas reações químicas.”*

*“Ciência é o estudo mais avançado da vida, de tudo que envolve a vida.”*

Os estudantes relacionam aspectos da vida como reprodução, movimento, doenças, reações químicas com a ciência.

A terceira categoria “Estudar física e/ou química”. Nesta, os estudantes entendem que a ciência refere-se ao estudo de química e/ou física.

*“Tudo que se refere a química.”*

*“É o estudo das coisas para conhecer química e física, a constituição da matéria e as transformações de uma substância em outra.”*

*“Para mim ciência é um conjunto de física, química, reações químicas, experimentos.”*

Os estudantes relacionam a ciência ao estudo de física e química provavelmente por terem vivenciado recentemente o estudo das disciplinas citadas acima nas aulas de ciências.

A quarta categoria “Estudar a Terra e/ou o universo”. Nesta os estudantes citam que a ciência está ligada ao estudo da Terra e/ou universo:

*“É o estudo da Terra e tudo que nela acontece.”*

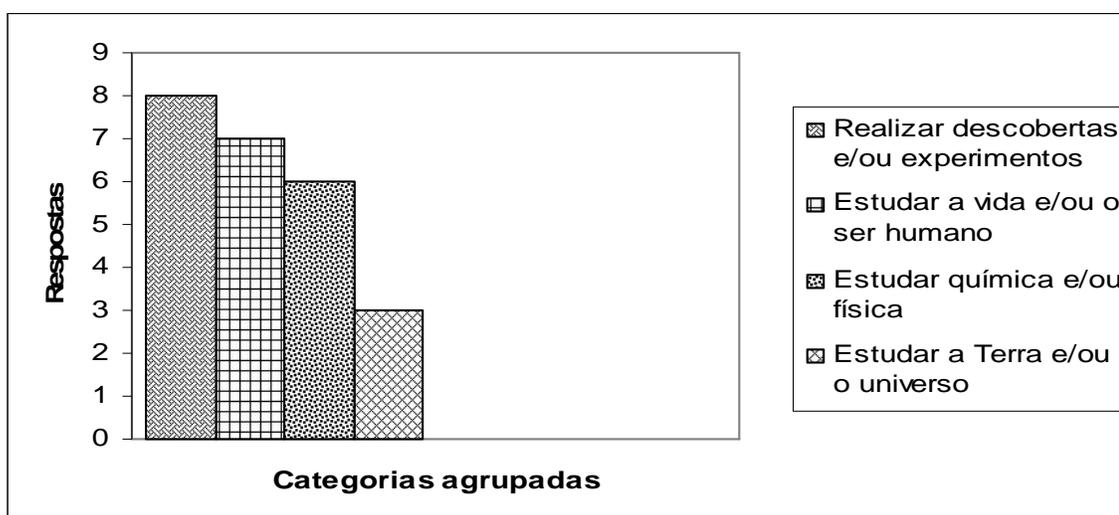
*“Estudo dos corpos, da natureza, do planeta.”*

*“Para mim ciência é uma forma de saber várias coisas novas, sobre o nosso planeta Terra e sobre o que está acontecendo em várias partes do sistema solar.”*

O planeta Terra é considerado um importante item de estudos por ser o local que abriga os seres vivos e a espécie humana.

O gráfico a seguir exhibe os dados coletados referentes à primeira questão.

**Gráfico 3.2 - 1. Em sua opinião o que é Ciência?**



De acordo com as respostas, para 33,33% dos estudantes, a Ciência é a realização de descobertas e/ou experimentos. Para 29,16% deles, a Ciência está relacionada ao estudo da vida e/ou do ser humano. Em 25,00% das respostas obtidas a Ciência estuda química e/ou física. E 12,50% dos estudantes, relacionaram que a Ciência é estudar a Terra e/ou o universo.

De um modo geral percebe-se que a visão de Ciência dos estudantes é simplificada e generalista, e está de acordo com as respostas dadas, pois há um equilíbrio entre as alternativas apuradas. Os estudantes relacionam o estudo da Terra, planeta que abriga uma grande diversidade de seres vivos e, principalmente, a espécie humana, às descobertas e realização de experimentos que podem gerar novas tecnologias com o intuito de facilitar a vida do ser humano. O estudo de física e química foi citado devido ser a disciplina corrente nas aulas de ciências ao longo do ano letivo de 2012.

Ao analisarmos a segunda questão, “Quem são as pessoas que fazem ciência? Ilustre sua resposta e faça uma legenda explicativa.”, obtivemos respostas agrupadas em duas categorias.

A primeira categoria “São cientistas em seu laboratório.” Nesta os estudantes possuem a concepção de que quem faz ciência é um cientista, exercendo a atividade científica exclusivamente em um laboratório, ou seja, realizando experimentos.

*“Um cientista fazendo experimento com os átomos.”*

*“É um cientista descobrindo um remédio para as pessoas.”*

*“Cientistas – pessoas que estudam a ciência.”*

*“O cientista realizando sua experiência.”*

Análise das ilustrações

Dentre o total de ilustrações feitas pelos estudantes para explicar a resposta da primeira categoria, 61,10% fizeram desenhos representando um cientista, do sexo masculino, próximo a uma bancada repleta de itens utilizados em laboratório, realizando experimentos. 11,11% deles representaram o cientista como sendo uma mulher, também próxima a uma bancada com itens de laboratório. E 27,79% representaram ou somente a bancada com os itens utilizados em um laboratório ou ilustraram a resposta representando os átomos de alguns elementos químicos estudados ao longo do ano letivo.

A segunda categoria “São pessoas curiosas em busca de respostas”. Nesta os estudantes relatam que as pessoas que fazem ciência são curiosas e assim conseguem produzir respostas às suas perguntas.

*“São pessoas curiosas, que não descansam até achar respostas.”*

*“Dúvidas e respostas são o que movem a ciência.”*

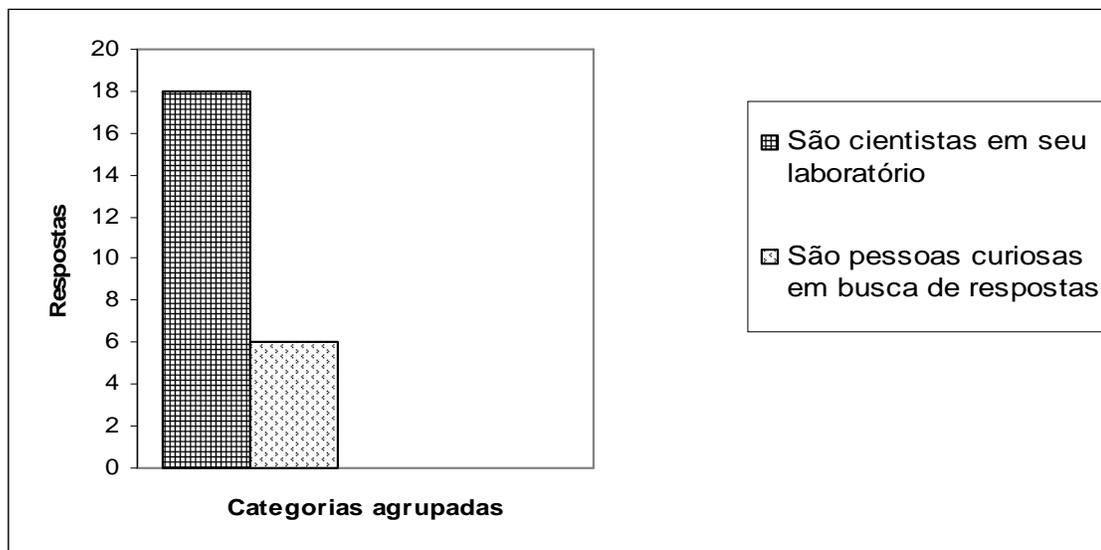
*“Na minha opinião as pessoas que fazem ciências são aquelas que têm um pouco mais de curiosidade pelas coisas: como o interesse pelo mundo e pelo corpo humano.”*

Dentre as ilustrações feitas pelos estudantes, 50% referem-se a um cientista, do sexo masculino, solitário, próximo a uma bancada contendo materiais usados em

laboratório, e 50% referem-se a desenhos de pessoas com dúvidas (pensando em uma interrogação) e/ou uma pessoa olhando o mundo (desenho do globo terrestre).

O gráfico abaixo exibe os dados coletados referentes à segunda questão.

**Gráfico 3.2 - 2. Quem são as pessoas que fazem Ciência? Ilustre sua resposta e faça uma legenda explicativa.**



Nesta categoria percebe-se que os estudantes compreendem que o trabalho científico não é exclusivamente realizado em laboratório e que várias pessoas podem fazê-lo, entretanto a visão individualista e elitista continua predominando quando eles ilustram a resposta dada à questão.

De um modo geral percebe-se que os estudantes têm uma imagem estereotipada do cientista, imaginando-o cabeludo e despenteado, cujo principal local de trabalho é o laboratório. Essas concepções dos estudantes corroboram com o trabalho realizado por PEREZ *et al* no ano de 2001, sobre a visão individualista e elitista da ciência, onde os autores afirmam:

“Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes. Em particular faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria. Muitas vezes insiste-se explicitamente em que o trabalho científico é um domínio reservado a minorias especialmente

dotadas, transmitindo-se assim expectativas negativas à maioria dos alunos, com claras discriminações de natureza social e sexual (a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente “masculina”).” (2001, p.9).

Ao analisarmos a terceira questão, “De que maneira, de que forma essas pessoas fazem ciência?”, obtivemos respostas que puderam ser agrupadas em três categorias e hierarquizadas de acordo com a quantidade de respostas relacionadas. A primeira categoria “Realizando experimentos”. Nesta os estudantes relacionaram que a maneira como as pessoas fazem ciência é exclusivamente realizando experimentos.

*“Com coisas novas e experimentos que às vezes dão certo e que as pessoas ficam admiradas com suas formas científicas.”*

*“Através de várias experiências.”*

*“Com experiências científicas e físicas.”*

A segunda categoria “Em busca de conhecimento”. Nesta os estudantes relatam que a forma que as pessoas fazem ciência é devido à busca de conhecimento sobre a vida, a Terra, o Universo e sobre o corpo humano.

*“Saber mais sobre a natureza e sobre o universo.”*

*“Pesquisando, arriscando com várias tentativas.”*

*“Cientistas tentando descobrir tudo que não foi descoberto sobre a ciência.”*

A terceira categoria “Em busca de conhecimento e realizando experimentos”. Nesta os estudantes afirmam que a ciência é feita através da busca de conhecimento e também realizando experimentos.

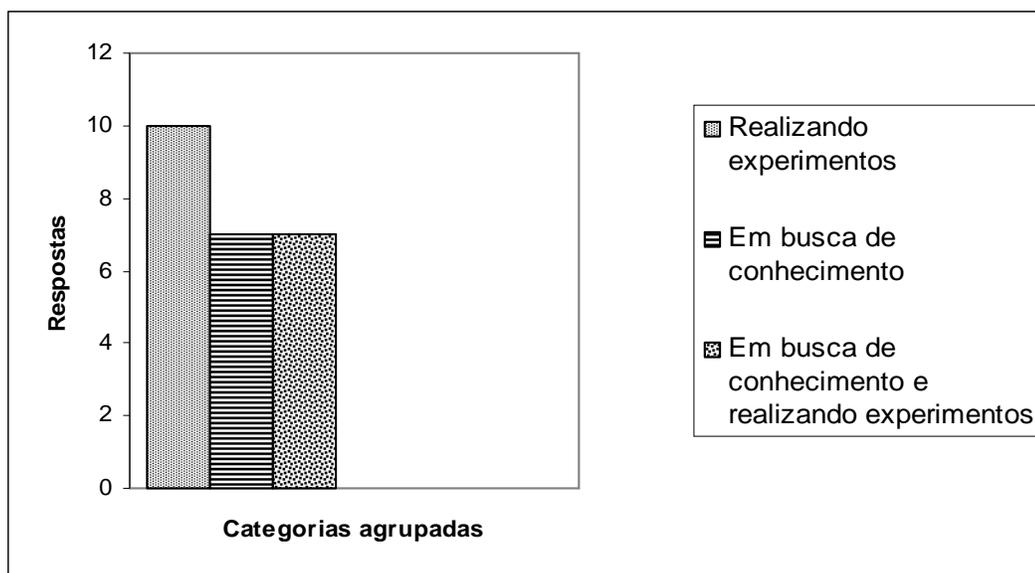
*“Fazendo experiências, estudando o meio ambiente.”*

*“Fazendo experimentos, estudando sobre o corpo humano, descobrindo coisas novas.”*

*“Fazem experiências com materiais para conseguir um resultado adequado, estudando o corpo humano, meio ambiente, física, química, etc.”*

O gráfico abaixo exibe os dados coletados referentes à terceira questão.

**Gráfico 3.2 - 3. De que maneira, de que forma essas pessoas fazem Ciência?**



Dentre as categorias agrupadas para a questão citada acima, temos que 41,67% dos estudantes compreendem que somente realizando experimentos é a maneira de se fazer Ciência. Em 29,17% dos casos, a Ciência é feita para se buscar conhecimento. E para 25,00% dos estudantes, a maneira de se fazer Ciência é tanto buscando conhecimento, quanto realizando experimentos.

Os estudantes entendem que a forma de fazer ciência é realizando experiências, visando alguma descoberta. De um modo geral percebe-se que eles possuem uma concepção estereotipada sobre como a Ciência se realiza. Perez *et al* (2001) citam em seu trabalho sobre a concepção empírico-indutivista e ateórica como sendo:

“É uma concepção que destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação (não influenciadas por ideias apriorísticas), esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo. [...] Convém assinalar que esta ideia, que atribui a essência da atividade científica à experimentação, coincide com a de “descoberta” científica, transmitida, por exemplo, pelas histórias em quadrinhos, pelo cinema e, em geral, pelos meios de comunicação, imprensa, revistas, televisão”.

Ao analisarmos a quarta questão, “Em que locais, espaços, as atividades científicas são realizadas?”, obtivemos respostas que podem ser agrupadas em duas categorias.

A primeira categoria “Em laboratório”, os estudantes possuem a concepção de que o espaço em que se realiza a atividade científica é o laboratório equipado e que somente profissionais podem utilizá-lo.

*“No laboratório com os equipamentos profissionais.”*

*“Através de lugares específicos para realizar essa experiência, como laboratório.”*

*“Os cientistas sempre procuram o lugar em que eles se sentem à vontade, esse lugar é chamado de laboratório.”*

A segunda categoria “Em laboratório e em outros locais”, os estudantes conseguem identificar que a atividade científica pode se realizar em laboratório e em outros locais, como na natureza, em casa, hospitais, etc.

*“Em laboratórios ou mesmo em outros locais como casas ou até hospitais.” )*

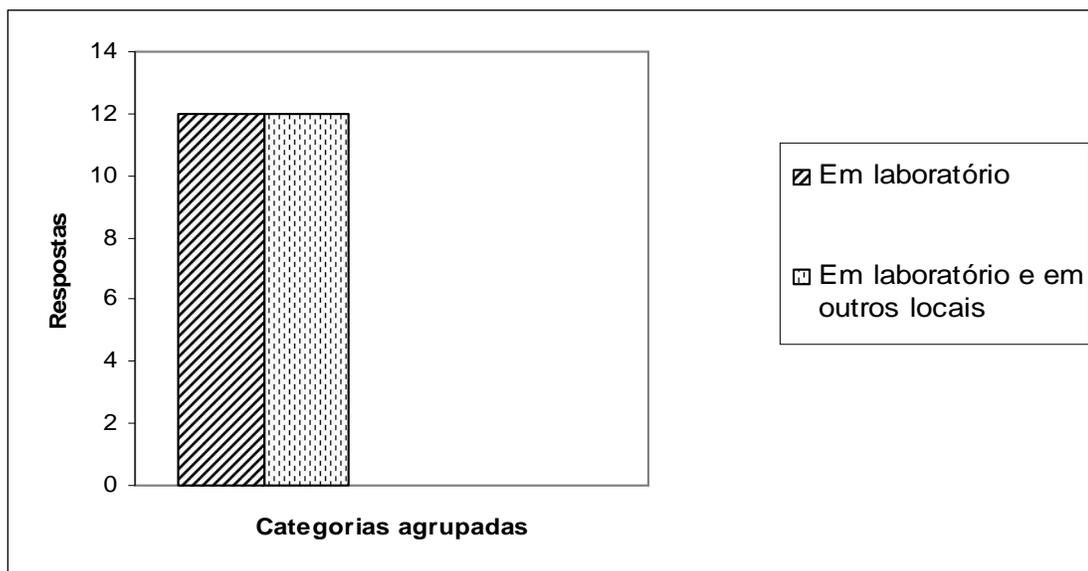
*“Em laboratório e espaços adequados para o estudo.”*

*“Em laboratórios e em espaços abertos e com sigilo e restrição para que seu trabalho fique bem feito.”*

*“Em laboratórios, na natureza, etc.”*

O gráfico abaixo exibe os dados coletados referentes à quarta questão.

**Gráfico 3.2 - 4. Em que locais, espaços, as atividades científicas são realizadas?**



De um modo geral percebe-se que os estudantes descrevem que o espaço ou local onde as atividades científicas são realizadas está centrada no laboratório, 50% dos estudantes afirmaram que seria possível que as atividades se realizassem em locais distintos ao citado, entretanto, em 100% das respostas obtidas, foi citada a palavra “laboratório”. Isso demonstra que prevalece entre os estudantes a visão tradicional do ensino de ciências, centrada na transmissão de conhecimentos por parte do professor, onde os estudantes atuam como receptores desse conhecimento, havendo uma aceitação passiva de ideias e conceitos já concebidos. De acordo com as respostas às questões anteriores, os estudantes citam tanto a palavra “laboratório” quanto a palavra “experimentos”, evidenciando que entre as duas existe uma relação indissociada, acordando com suas concepções.

Ao analisarmos a quinta questão, “Em sua opinião, a ciência é realizada por pessoas individualmente ou coletivamente? Explique sua resposta.”, obtivemos respostas que podem ser agrupadas em duas categorias.

A primeira categoria “Coletivamente”, os estudantes alegam que o trabalho científico é realizado de forma coletiva, pois as chances de se obter resultados positivos são maiores.

*“Coletivamente, porque com cada opinião eles encontram uma solução para todos os problemas.”*

*“Coletivamente. Pois todos aprendem juntos e descobrem o verdadeiro significado da ciência.”*

*“Coletivamente, um ajudando o outro.”*

A segunda categoria “De ambas as formas”, os estudantes possuem a visão de que a atividade científica pode ser realizada tanto de forma individual, quanto de forma coletiva, a variação está relacionada de acordo com as necessidades das pessoas envolvidas no processo.

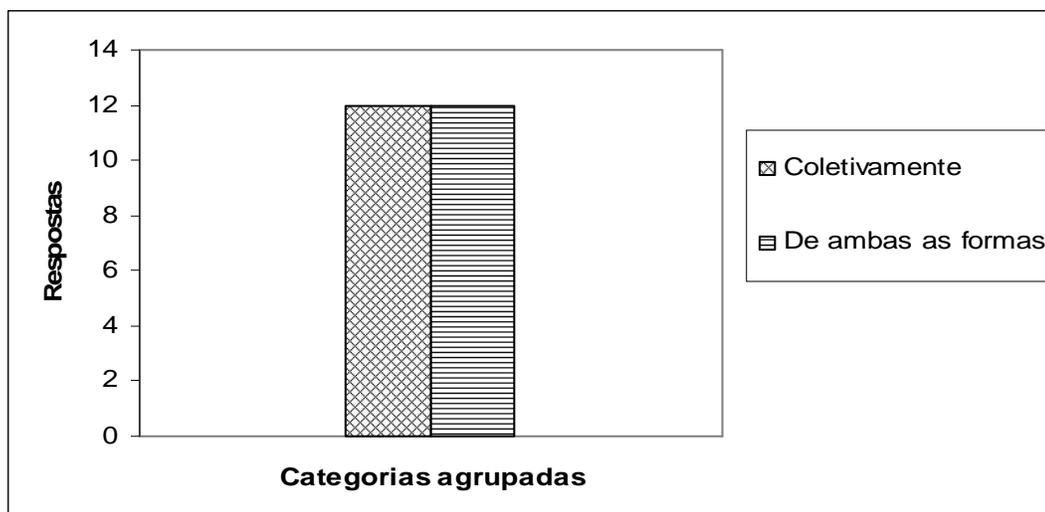
*“Alguns cientistas preferem fazer seus trabalhos científicos sozinhos para que fiquem diferenciados. Outros já trabalham em grupo para reduzir o tempo e sejam mais rápidos, sem desgaste físico e ficam melhores.”*

*“Depende da experiência que for realizada, pode ser uma pessoa sozinha ou em grupo.”*

*“Na minha opinião a ciência pode ser realizada de forma individual ou coletiva, depende da busca do cientista.”*

O gráfico abaixo exibe os dados coletados referentes à quinta questão.

**Gráfico 3.2 - 5. Em sua opinião, a Ciência é realizada por pessoas individualmente ou coletivamente? Explique sua resposta.**



Ao analisarmos as respostas obtidas, pode-se verificar uma discrepância em relação às concepções dos alunos. Em relação à primeira categoria os estudantes afirmam que a ciência é realizada de forma coletiva, justificando que a coletividade proporciona sucesso na busca de respostas. Na segunda categoria analisada, os estudantes afirmam que tanto coletivamente, quanto individualmente os cientistas podem obter o sucesso, dependendo das necessidades envolvidas. Entretanto, as respostas não coincidem com a análise feita relativa à segunda questão: “Quem são as pessoas que fazem ciência? Ilustre sua resposta e faça uma legenda explicativa.”, onde a maioria dos estudantes desenhou um cientista, geralmente do sexo masculino, trabalhando sozinho em um laboratório, confirmando a visão elitista e individualista da ciência, citada por Perez *et al* (2001).

### 3.2 Resultados da sequência didática

Após a aplicação do pré-teste, desenvolvemos a sequência didática a fim de contribuir para a problematização e construção de novos olhares dos estudantes sobre suas concepções do que é a ciência, o cientista e o trabalho científico.

## **a) Dinâmica – Caixa Misteriosa**

Os estudantes aprovaram a dinâmica “Caixa Misteriosa”. Assim que foi explicado como iria se realizar a atividade eles perguntaram o que havia na caixa, entretanto, no momento que entenderam como funcionava a dinâmica, eles se empolgaram e escutavam atentamente o som dos objetos ocultos, quando balançavam a caixa, promovendo uma intensa discussão entre os participantes dos grupos formados. Abaixo são transcritas algumas falas relacionadas à atividade:

*Aluno 1: “Eu gostei muito da aula sobre o que tinha na caixa, foi bom, descobrimos que você não precisa ver para entender, às vezes pelo som e sua imaginação basta.”*

*Aluno 2: “A caixa misteriosa eu achei uma experiência científica muito interessante porque desperta uma curiosidade muito grande de saber o que tem ali dentro, então o único critério que poderia ser usado para a descoberta é somente a audição mesmo, pegar a caixa misteriosa balançar muito, ouvir os barulhos dos objetos dentro dela.”*

*Aluno 3: “A aula sobre a dinâmica sobre a caixa misteriosa foi muito interessante e produtiva. [...] A professora queria mostrar com essa dinâmica como um cientista trabalha e como ele faz para chegar no resultado de uma experiência, que na maioria das vezes começa do zero.”*

*Aluno 4: “Foi uma atividade interessante pois estimulou a nossa curiosidade e mostrou que nós também podemos ser cientistas.”*

*Aluno 5: “A caixa misteriosa nos ajudou a descobrir como podemos usar apenas o ouvido e as mãos para saber o que tem dentro da caixa, adorei a experiência, foi legal a gente reuniu bastante e aprendemos a nos comunicar melhor e saber trabalhar em grupo com todos.”*

Após o término da atividade, os estudantes foram orientados a elaborar um relatório, onde eles deveriam descrever quais critérios utilizaram para descobrir o conteúdo da “caixa misteriosa”. De acordo com as transcrições descritas acima, a maioria dos estudantes utilizou como critério o sentido da audição, alguns utilizaram o sentido do olfato e foram instigados a usar a imaginação comumente aos sentidos anteriormente mencionados.

A apresentação das características das atividades investigativas ocorreu ao final da atividade proposta e oralmente pedi aos estudantes que identificassem como a atividade realizada se relacionava aos critérios descritos. Sobre a “Problematização” os estudantes conseguiram identificar que se relacionava à pergunta: o que tem na caixa misteriosa (caixa 1)?, dessa forma conseguiram definir os objetivos da investigação; sobre a “Produção de hipóteses”, eles definiram quais critérios utilizar

para tentar responder à pergunta feita anteriormente, entre os grupos de trabalho, cada estudante expôs suas hipóteses relativas ao conteúdo que havia na caixa 1, sobre a “Escolha dos métodos de investigação”, eles definiram como realizar a atividade, utilizando os sentidos da audição e do olfato, sobre a “Análise de dados e avaliação de possíveis resultados”, eles discutiram sobre as várias hipóteses levantadas e, em consenso, definiram o que havia na caixa misteriosa após a apresentação dos possíveis conteúdos presentes na caixa 2, dessa forma puderam rever as questões que deram origem à investigação, sobre a “Conclusão, síntese e avaliação final” os estudantes conseguiram compreender que uma atividade investigativa pode acontecer a partir de uma situação problemática e sobre a “Comunicação de resultados”, os estudantes assimilaram que a divulgação de uma possível resposta a um problema pode gerar novos conhecimentos e novas tecnologias que beneficiam a sociedade.

#### **b) Texto – “Um olhar sobre alguns eventos e personagens na história da ciência”**

Sobre a atividade de leitura do texto citado acima, os alunos se mostraram surpresos com a história do processo da pasteurização, pois eles não conheciam como era realizada a técnica que foi descoberta por volta de 1857 e perdura até os dias atuais.

Os estudantes, divididos em grupos, responderam aos questionamentos relacionados e transcritos a seguir.

Questão 1. Comente a frase: “cientistas são gênios loucos que vivem isolados, confinados em laboratórios à procura de descobertas extraordinárias”.

Grupo 1: “ Cientistas são sim gênios, mais na nossa opinião eles não vivem isolados só em laboratórios. Eles passam a maioria do tempo pesquisando muitas coisas, à procura de descobertas extraordinárias”.

Grupo 2. “ A maioria dos cientistas são na deles mesmo, para o raciocínio deles sejam melhores”.

Grupo 3. “ A maioria do grupo não concorda com a frase”.

Grupo 4. “ O grupo discorda da frase por que cientistas não são pessoas isoladas, por que muitas das suas pesquisas são feitas em grupos. Eles são considerados loucos por que vão atrás da verdade”.

Grupo 5. “ Que os cientistas vivem em laboratórios, fazendo novas pesquisas para mostrar para o mundo”.

Questão 2. Elabore uma história em quadrinhos sobre o processo de investigação do problema do álcool descrito no texto.

Grupo 1. O desenho feito pelo grupo descreve um cientista do sexo masculino, careca, usando óculos, dentro de um laboratório, fazendo observações de dois frascos, um contendo minúsculos glóbulos amarelados e o outro contendo minúsculos bastonetes negros. Há também uma descrição sobre os procedimentos adotados por Pasteur para explicar a diferença entre os frascos, “Pasteur compreendeu que os bastonetes dominavam as leveduras, e o relatório sobre a sua descoberta provocou muita excitação na comunidade científica, destruindo outras teorias de cientistas de renome”.

Grupo 2. O grupo não respondeu a questão.

Grupo 3. O desenho feito pelo grupo descreve os procedimentos adotados por Pasteur, onde ele observa sobre uma bancada um frasco de álcool e uma beterraba, no primeiro quadro, em seguida tem-se um desenho de um frasco contendo um líquido descrito como azedo (segundo quadro), no terceiro quadro o cientista está sozinho e no quarto quadro há vários cientistas e a legenda que diz: cientistas provocando muita excitação na comunidade científica.

Grupo 4. O desenho do grupo representa uma beterraba gigante (primeiro quadro) e um cientista, do sexo masculino, cabeludo, observando frascos utilizados em laboratório e falando “beterraba” no segundo quadro.

Grupo 5. O desenho feito pelo grupo apresenta o pesquisador do sexo masculino e trabalhando no laboratório, no primeiro quadro ele observa vários frascos sem saber seu conteúdo (presença de sinais de interrogação sob os mesmos), no segundo quadro a legenda diz “cientista fazendo álcool”, o pesquisador está com um frasco na mão, está sorrindo (desenhos de lâmpadas acesas próximas a ele) e em sua frente, encima da bancada há dois frascos e a seguinte legenda “suco de beterraba”. No terceiro quadro, aparece a legenda “álcool pronto”, onde o cientista tem o desenho de um coração na mão e encima da bancada um frasco denominado álcool.

Questão 3. Para discutir em grupo: o que é ciência? O que é tecnologia? São processos independentes ou relacionados?

Grupo 1. “Ciência é o conhecimento ou sistema de conhecimentos que abarca verdades gerais ou operação de leis gerais. Tecnologia é conhecimento técnico e científico e as ferramentas processos materiais criados. São relacionados porque a ciência precisa da tecnologia tanto quanto a tecnologia precisa da ciência”.

Grupo 2. O grupo não respondeu a questão.

Grupo 3. “Experiências científicas e pesquisas. Avanços das pesquisas que criam novas máquinas para novas pesquisas. Tudo relacionado aos estudos”.

Grupo 4. “Tudo aquilo que é estudado. É o avanço de novas descobertas, são processo relacionados”.

Grupo 5. “Ciências são experiências, através de experimentos e descoberta que conseguimos chegar até a tecnologia avançada. Ciências é algo que surge quando queremos impor ou sermos convencidos de certos fatos incontestáveis que mudam nossa vida, de forma redundante. Tecnologia é um termo que envolve o conhecimento técnico e científico e as ferramentas processos e materiais criados e utilizados a partir de tal conhecimento”.

Questão 4. Qual é o papel da publicação na ciência? Um bom pesquisador deve saber escrever bem?

Grupo 1. O grupo não respondeu a questão.

Grupo 2. “O papel da publicação na ciência era que outras pessoas visualizasse o trabalho e acolhesse para fazer outras coisas. Sim porque assim quem vê a escrita se interessa mais”.

Grupo 3. “Avanço da tecnologia científica”.

Grupo 4. O grupo não respondeu a questão.

Grupo 5. “Para todos os leitores sim”.

Questão 5. De acordo com o texto qual era o interesse de Pasteur?

Grupo 1. “Provar a teoria de que não existia reação espontânea entre os microrganismos”.

Grupo 2. O grupo não respondeu a questão.

Grupo 3. O grupo não respondeu a questão.

Grupo 4. O grupo não respondeu a questão.

Grupo 5. “Professor de química”.

Questão 6. Qual foi o problema que levou Pasteur a realizar a pesquisa?

Grupo 1. O grupo não respondeu a questão.

Grupo 2. O grupo não respondeu a questão.

Grupo 3. O grupo não respondeu a questão.

Grupo 4. O grupo não respondeu a questão.

Grupo 5. “O pai de um dos alunos de Louis na universidade, Monsieur Bigo era produtor de álcool de beterraba”.

As questões 7 “Como Pasteur conseguiu comprovar suas hipóteses?” e 8 “Quais foram as contribuições e os resultados conclusivos das pesquisas feitas por Pasteur

que perduram até os dias atuais?” apresentadas no anexo C, não foram respondidas por nenhum dos grupos devido ao término do tempo previsto para execução da atividade em sala de aula.

De maneira geral os estudantes conseguiram compreender que a ciência e o trabalho científico são instrumentos para melhorar a qualidade de vida da sociedade, entretanto a visão estereotipada do trabalho científico mantém-se presente nas respostas e ilustrações feitas por eles.

### **c) Filme – “Óleo de Lorenzo”**

O filme “Óleo de Lorenzo”, com conteúdo dramático, provocou muita comoção na turma, já que se baseia em fatos reais, entretanto, os estudantes se mostraram interessados nas situações mostradas sobre a capacidade dos pais de Lorenzo em buscar alternativas na tentativa de cura para seu filho. Como os médicos sabiam pouco sobre a doença que acometia Lorenzo, eles fizeram pesquisas, realizaram debates com outros médicos, testaram hipóteses sobre alimentação adequada ao problema até chegarem a um resultado final que era a amenização dos sintomas da doença. Os estudantes conseguiram perceber que é possível existir atividade científica fora da comunidade científica, pois eles relacionaram os acontecimentos do filme às características das atividades científicas mencionadas na atividade 1 desta pesquisa.

## **3.3 Resultados Pós-Teste**

Responderam ao questionário pós-teste 23 estudantes. A tabela apresentada abaixo exibe a tabulação de dados obtidos.

**Tabela 3.3 - 1. Dados do questionário “Pós-teste”.**

<b>Perguntas</b>	<b>Categorias Agrupadas</b>		
1- Em sua opinião o que é Ciência?	Realizar pesquisas	Forma de explicar o mundo	Realizar pesquisas e experimentos
	14 respostas	5 respostas	4 respostas

2- Quem são as pessoas que fazem ciência?	Tanto cientistas quanto pessoas comuns	São cientistas	São cientistas e professores
	13 respostas	6 respostas	4 respostas
3- De que maneira, de que forma essas pessoas fazem ciência?	Realizando pesquisas	Realizando pesquisas e experimentos	Realizando experimentos
	12 respostas	9 respostas	2 respostas
4- Em que locais, espaços, as atividades científicas são realizadas?	Em laboratórios e outros locais diversos	Em laboratórios	Em laboratórios e na natureza
	12 respostas	6 respostas	5 respostas
5- Em sua opinião, a ciência é realizada por pessoas individualmente ou coletivamente? Explique sua resposta.	De ambas as formas	Coletivamente	Individualmente
	15 respostas	7 respostas	1 resposta

Ao analisarmos a primeira questão, "Em sua opinião o que é Ciência?", obtivemos respostas que puderam ser agrupadas em três categorias e hierarquizadas de acordo com a quantidade de respostas relacionadas.

A primeira categoria "Realizar pesquisas". Nesta os estudantes alegam que a realização de pesquisas, o estudo do ser humano, da natureza, do universo, a busca para cura de doenças e/ou a descoberta de novas tecnologias estão relacionadas ao que é Ciência.

*"Ciência é tudo que pode ser estudado"*

*"É um estudo de onde dele sai cura para doenças, soluções e pouca parte da tecnologia"*

*"Ciência é tudo aquilo que estuda o ser humano, a natureza, estuda tudo aquilo que envolve o nosso planeta e fora dele também."*

*“Ciência é o estudo de várias coisas, de muitas descobertas, é a resposta de quase tudo que usamos no nosso dia-a-dia, a ciência tá envolvida na nossa vida.”*

A segunda categoria “Forma de explicar o mundo”. Nesta os estudantes afirmam que a Ciência consegue explicações na busca de respostas.

*“Ciência é forma de descobrir o mundo com outros olhos.”*

*“Dúvidas e respostas. Através de dúvidas sobre as coisas, achamos as respostas.”*

*“Na minha opinião a Ciência vai em busca da verdade e de curas para doenças que afeta a população mundial.”*

A terceira categoria “Realizar pesquisas e experimentos”. Nesta os estudantes citam que tanto as pesquisas, quanto a realização de experimentos estão relacionadas ao que é Ciência.

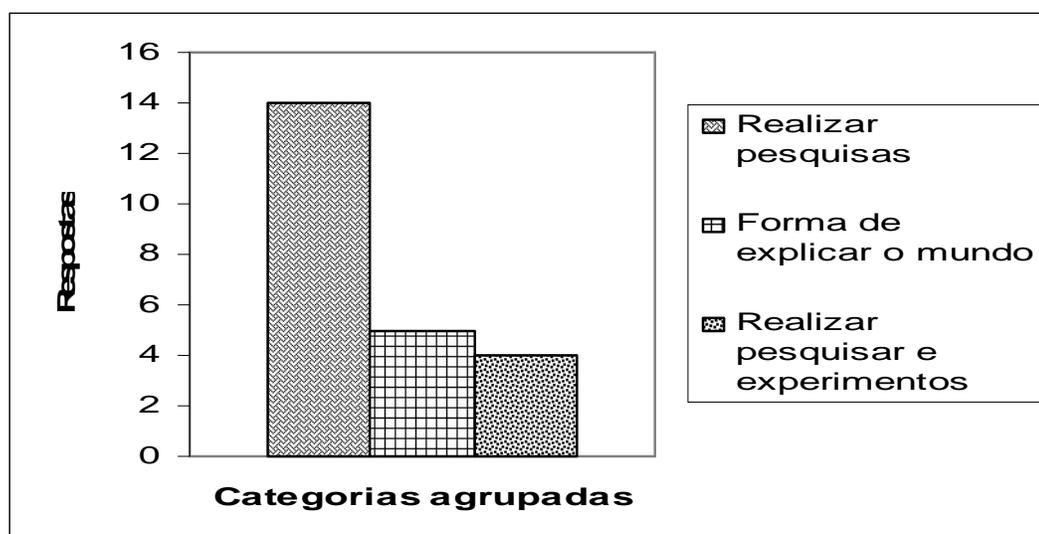
*“As pessoas pesquisam, fazem experiências e diversos tipos de coisas para descobrir ou inventar uma coisa importante.”*

*“São pesquisas, experiências e estudos práticos, pois através de livros, leituras podemos realizar uma.”*

*“Na minha opinião ciência é experiência, estudos e descobertas inacreditáveis, e às vezes só comprovam o que já é um fato.”*

O gráfico abaixo exhibe os dados coletados referentes à primeira questão.

**Gráfico 3.3 - 1. Em sua opinião o que é Ciência?**



De um modo geral os estudantes confirmam as respostas obtidas no “Pré-teste”, pois eles repetem os mesmos termos para justificar as respostas no “Pós-teste”

como estudar o ser humano, a natureza, o universo, fazer experimentos em busca de respostas. As respostas continuam generalistas, demonstrando que a visão de ciência dos estudantes mantém-se simplificada.

Analisando a segunda questão, “Quem são as pessoas que fazem ciência?”, obtivemos respostas agrupadas em três categorias.

A primeira categoria “Tanto cientistas quanto pessoas comuns”. Nesta os estudantes afirmam que tanto pessoas comuns, como eles próprios, quanto os cientistas podem fazer ciência.

*“Muitas pessoas acham que apenas cientistas podem fazer ciência, mais isso não é verdade, qualquer um pode fazer ciência. Apenas estudando e realizando experiências.”*

*“Cientistas, professores e até mesmo os alunos. Todos são capazes de fazer ciência.”*

*“São os cientistas. Qualquer pessoa pode ser cientista.”*

*“Bom na minha opinião as pessoas que fazem ciência são aquelas que vão em busca da verdade para confirmar opiniões ou até mesmo ir atrás de uma cura para as pessoas. Foi o que aconteceu no filme que assistimos. Bom eu acho que qualquer pessoa pode fazer ciência.”*

A segunda categoria “São os cientistas”. Nesta os estudantes são categóricos em afirmar que as pessoas que fazem ciência são os cientistas.

*“Vários tipos de pesquisadores e de cientistas.”*

*“Normalmente as pessoas são os cientistas.”*

*“Cientistas são pessoas que estudam tudo aquilo que pode ser estudado.”*

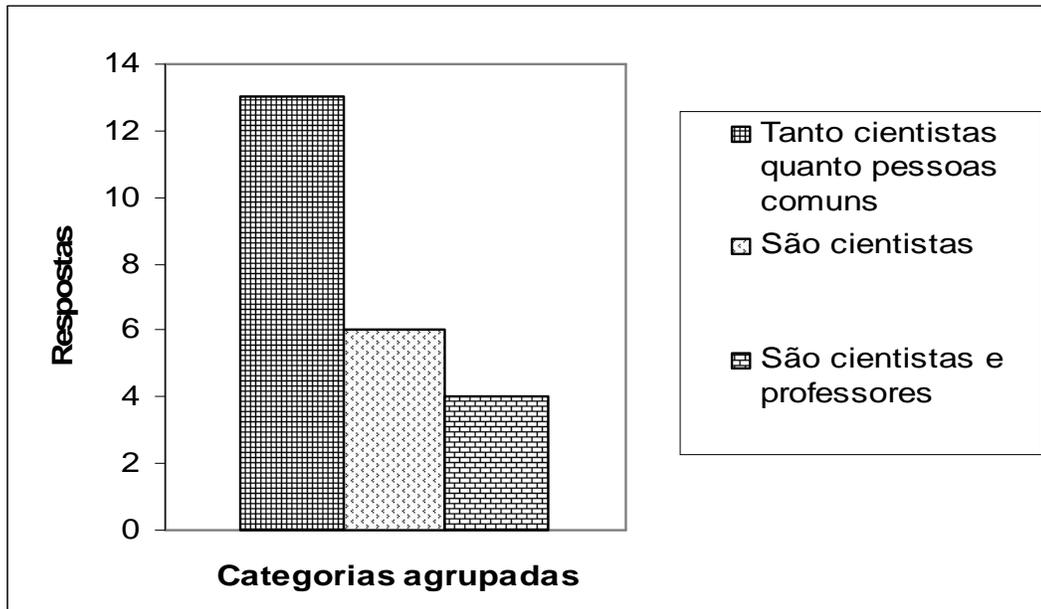
A terceira categoria “São cientistas e professores”. Nesta os estudantes relatam que as pessoas que fazem ciência são os cientistas e também professores.

*“Cientistas e professores.”*

*“Não são especificamente (quem faz ciência) porque eu acho que independente de tudo, todos somos capazes de fazer ciência, basta querer. Mas as pessoas que mais conhecemos são cientistas e professores.”*

O gráfico abaixo exibe os dados coletados referentes à segunda questão.

**Gráfico 3.3 - 2. Quem são as pessoas que fazem Ciência?**



De um modo geral, os estudantes simplificam suas respostas, evidenciando um aprendizado voltado para a repetição e memorização de informações, acredito que basearam-se no filme “Óleo de Lorenzo” e em algumas inserções que fiz sobre a atividade científica e sobre cientistas, ao longo da exibição do mesmo.

Analisando a terceira questão “De que maneira, de que forma essas pessoas fazem ciência?”, foram obtidas respostas agrupadas em três categorias.

A primeira categoria “Realizando pesquisas”. Nesta os estudantes declaram que com a realização de pesquisas ou estudos pode-se resolver problemas diversos.

*“Estudam aspectos para resolver problemas e doenças, e solução para algumas outras coisas.”*

*“Descobrendo coisas que ainda não foram descobertas.”*

*“Estudam o problema para encontrar a solução.”*

*“Procurando respostas. Através de sua curiosidade eles ficam com dúvidas e trabalham em cima delas para achar a solução.”*

A segunda categoria “Realizando pesquisas e experimentos”. Nesta os estudantes estabelecem uma relação entre a realização de pesquisas juntamente com experimentos para se obter uma solução para problemas diversos.

*“Essas pessoas fazem ciência através de muitas teorias de pesquisas, muitos experimentos para chegar ao resultado esperado, técnicas específicas.”*

*“Pesquisando, testando fórmulas.”*

*“Elas fazem ciência estudando, fazendo experiências, fazendo testes e acabam chegando a alguma conclusão.”*

A terceira categoria “Realizando experimentos”. Nesta os estudantes afirmam que fazendo experiências pode-se chegar a um resultado bem sucedido.

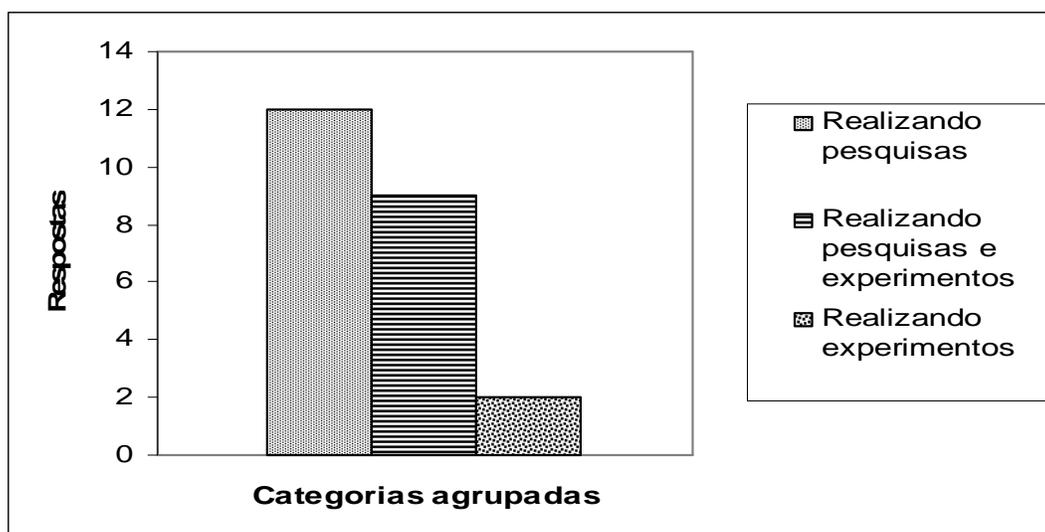
*“Através de experiências bem boladas e cautelosas com o objeto estudado.”*

*“Fazendo experimentos, testando e descobrindo coisas.”*

*“Com máquinas e com objetos que servirão para aquilo que há de descobrir.”*

O gráfico abaixo exibe os dados coletados referentes à segunda questão.

**Gráfico 3.3 - 3. De que maneira, de que forma essas pessoas fazem Ciência?**



De um modo geral os estudantes abordam novamente o aspecto empírico da ciência, destacando o papel neutro da observação e da experimentação como forma de sua realização.

Analisando a quarta questão “Em que locais, espaços, as atividades científicas são realizadas?”, obtivemos respostas agrupadas em três categorias.

A primeira categoria “Em laboratórios e outros locais diversos”. Nesta os estudantes citam, em 100% das respostas, que as atividades científicas são realizadas em laboratórios equipados, entretanto, outros locais, também foram citados como residências, escolas, bibliotecas e locais não especificados (ao ar livre).

*“Laboratórios, salas de aula e até mesmo residências. Desde que tenham um espaço reservado e pessoas com experiência.”*

*“Em laboratórios, em casa, em qualquer lugar.”*

*“De um laboratório (fazendo fórmulas) até uma biblioteca (pesquisando).”*

*“Normalmente em laboratórios científicos, mas também há experimentos a campo, fora do laboratório.”*

A segunda categoria “Em laboratórios”. Nesta os estudantes afirmam que o laboratório é o espaço adequado para a realização das atividades científicas.

*“Em vários tipos de laboratórios especializados em ciência.”*

*“Em laboratórios, em lugares que se tem qualificação para fazer experimentos.”*

*“Em locais apropriados para fazer essa atividade, como laboratório.”*

A terceira categoria “Em laboratórios e na natureza”. Nesta os estudantes citam que os locais apropriados para a realização da atividade científica são o laboratório e a natureza. Em 80% das respostas dessa categoria é citado o termo “ao ar livre” como espaço natural para a realização das atividades científicas.

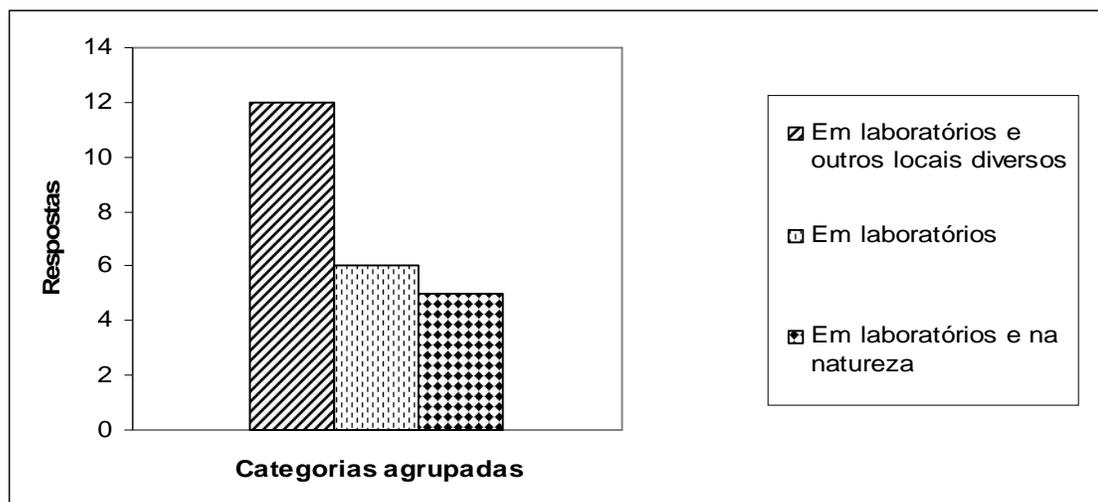
*“Em laboratórios, depende do lugar fechado ou ao ar livre.”*

*“Na natureza, laboratórios, no universo, etc. Em todos os lugares que eles podem achar respostas para as suas dúvidas.”*

*“As atividades são realizadas em laboratórios, pode ser em diversos lugares como ao ar livre também.”*

O gráfico abaixo exibe os dados coletados referentes à quarta questão.

**Gráfico 3.3 - 4. Em que locais, espaços, as atividades científicas são realizadas?**



Observa-se a manutenção da aceitação passiva de ideias e conceitos pelos estudantes. De um modo geral evidencia-se o modelo de ensino por transmissão, na transferência de conhecimentos prontos e cristalizados.

Ao analisarmos a quinta questão “Em sua opinião a ciência é realizada por pessoas individualmente ou coletivamente? Explique sua resposta”. Foram obtidas respostas agrupadas em três categorias.

A primeira categoria “De ambas as formas”. Nesta categoria os estudantes possuem a concepção de que a ciência pode ser realizada tanto coletivamente quanto individualmente, dependendo dos interesses envolvidos no processo.

*“A ciência pode ser realizada de forma individual ou coletiva. Se um problema for fácil tem alguns cientistas que preferem individual. Já se o problema for difícil, tem que ser coletiva, porque com mais pessoas fica mais fácil de solucionar o problema.”*

*“De forma individual pode-se ter 100% de êxito na experiência, mas vai levar mais tempo. Da forma coletiva pode-se ter 90% e bem mais rápido de que individual.”*

*“Depende do que é estudado. Às vezes é melhor fazer uma pesquisa em grupo e às vezes é melhor fazer sozinho.”*

*“Depende muito da pessoa, às vezes ela quer fazer individual e às vezes em grupo.”*

*“Acho que na maioria das vezes é feito de forma individual, mas também é feita de forma coletiva, porque duas pessoas pensando é melhor que uma.”*

A segunda categoria “Coletivamente”. Nesta os estudantes afirmam que a ciência é realizada de forma coletiva, trocando informações para se obter um resultado satisfatório.

*“Geralmente coletiva, porque em grupo você pode trocar experiências e conhecimentos com outras pessoas que fazem esse estudo também.”*

*“De forma coletiva, pois estudos coletivos geram mais experiências.”*

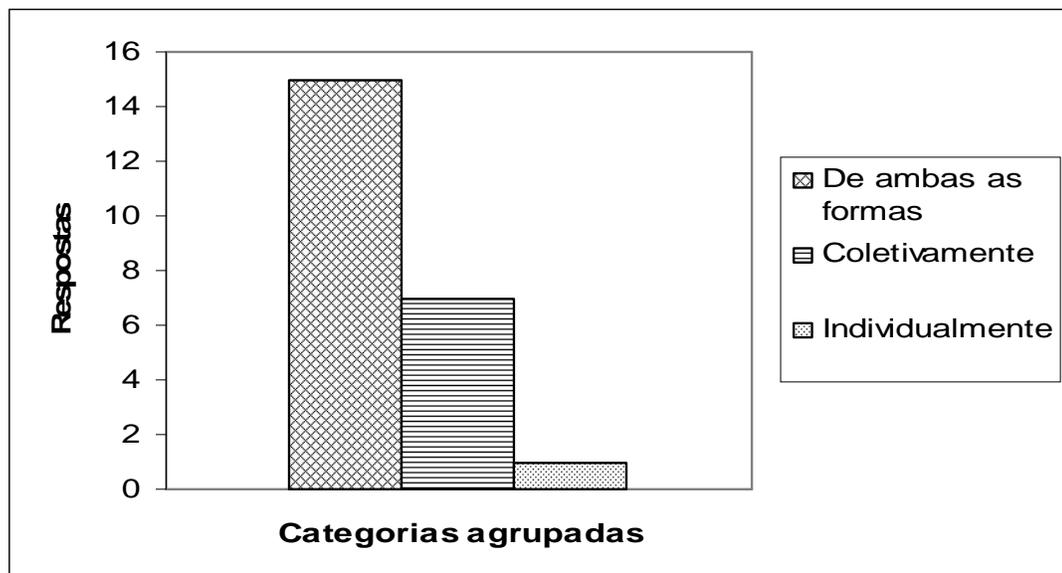
*“Coletiva, porque quando estão em busca de uma nova resposta, ou seja, quando estão fazendo ciência, cada cientista trabalha em uma área e assim forma-se um grupo de cientistas.”*

A terceira categoria “Individualmente”. Nesta categoria apenas um estudante afirmou que a ciência é realizada de forma individual.

*“Individual, porque eles podem ter suas próprias conclusões e problemas.”*

O gráfico abaixo exibe os dados coletados referentes à quinta questão.

**Gráfico 3.3 - 5. Em sua opinião, a Ciência é realizada por pessoas individualmente ou coletivamente? Explique sua resposta.**



De um modo geral os estudantes privilegiam a troca de experiências entre os indivíduos que fazem ciência, de acordo com a maioria das respostas obtidas. Entretanto, evidencia-se nas mesmas a visão elitista e individualista da ciência, conforme citado por Perez et al (2001):

“Faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria. [...] Não se faz um esforço para tornar a ciência acessível (começando com tratamentos qualitativos, significativos), nem para mostrar o seu carácter de construção humana, em que não faltam hesitações nem erros, situações *semelhantes* às dos próprios alunos.”

## 4. CONCLUSÃO

Tendo em vista os objetivos propostos neste trabalho, que foram identificar as concepções prévias de estudantes do nono ano do ensino fundamental sobre o que é ciência, quem é o cientista e como ocorre a atividade científica; bem como, avaliar algumas contribuições e limites proporcionados pelas atividades investigativas para a construção de uma visão mais contextualizada, crítica e holística sobre os referidos elementos, apresentamos algumas considerações gerais, expostas a seguir.

Em primeiro lugar, este estudo apresentou evidências de que há uma série de concepções entre os estudantes sobre o tema tratado na pesquisa, mais próximos de uma ideia positivista. Apesar de visualizarmos algumas diferenças, as imagens dos estudantes sobre o que é a atividade científica, como ela se realiza e quem é o cientista, demonstram uma prevalência, sem dúvida, da perspectiva empirista.

Em segundo lugar, com relação ao uso de atividade investigativa, percebemos uma contribuição que foi a clara manifestação de maior interesse dos estudantes em participar das atividades propostas, principalmente em atividades como a dinâmica. De acordo com os relatos, os estudantes sentiram-se desafiados e instigados a ir além do conteúdo livresco e do ensino tradicional, pois a atividade foi definida como divertida, curiosa, interessante, contribuindo para aumentar as relações interpessoais, por ter sido executada em grupos e também incentivou-os a usar a imaginação, formular hipóteses e testar maneiras para descobrir o conteúdo da “caixa misteriosa”. A fala de um dos estudantes ilustra que o objetivo da atividade foi alcançado, que era demonstrar como é o trabalho científico: “A aula sobre a

dinâmica foi muito interessante e produtiva. [...] A professora queria mostrar com essa dinâmica como um cientista trabalha e como ele faz para chegar no resultado de uma experiência, que na maioria das vezes começa do zero”.

Por último, avaliamos, após análise do pós teste, que, embora capazes de despertar maior motivação para as aulas, as atividades investigativas realizadas ainda foram ineficientes para desconstruir os conceitos prévios dos discentes, indicando a necessidade de trabalhos mais incisivos com este objetivo.

## 5. REFERÊNCIAS

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. **Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília : MEC /SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em 08 jan. 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; VIANNA, Deise Miranda. *Formação permanente: a necessidade da interação entre a Ciência dos cientistas e a Ciência da sala de aula*. **Ciênc. educ.** Bauru. vol.6, n.1, pp. 30-42, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132000000100004> . Acesso em 11 jul. 12.

DIMAS, Edilene Nascimento. *Confecção e aplicação de jogos pedagógicos em sala de aula*. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) CECIMIG/FaE, **Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2007. (Biblioteca ENCI).

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. *Construindo conhecimento científico na sala de aula*. **Química Nova na Escola**. n.9, 1999. Disponível em: [http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/qnesc\\_09](http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/qnesc_09). Acesso em 05 abr. 2011.

KOSMINSKY, Luis; GIORDAN, Marcelo. *Visões de Ciências e sobre o cientista*. **Química Nova na Escola**, n.15, 2002. Disponível em: [http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/qnesc\\_15](http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/qnesc_15). Acesso em 05 abr. 2011.

LIMA, M.E.C.C.; AGUIAR, O. G.; BRAGA, S. A. M. *Ensinar Ciências*. Presença Pedagógica. **Dicionário Crítico da Educação**. v.6, n.33, 2000. (Biblioteca ENCI).

LIMA, M.E.C.C. et al. *Ensino de Ciências por Investigação – I*. CECIMIG/FaE. **Universidade Federal de Minas Gerais**. Volume I, 2008. (Coleção ENCI).

LIMA, M.E.C.C. et al. *Ensino de Ciências por Investigação – II*. CECIMIG/FaE. **Universidade Federal de Minas Gerais**. Volume II, 2008. (Coleção ENCI).

- LIMA, M.E.C.C. et al. *Ensino de Ciências por Investigação – III*. CECIMIG/FaE. **Universidade Federal de Minas Gerais**. Volume III, 2009. (Coleção ENCI).
- MORAIS, Imaculada Iole Myrrha. *O lúdico como estratégia de avaliação da consciência ambiental dos alunos do ensino médio*. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) CECIMIG/FaE, **Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2010. (Biblioteca ENCI).
- MUNFORD, Danusa.; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. *Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v.9, n.1, 2007. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/122/172>. Acesso em 11 jul. 2012.
- PAIVA, A.; MARTINS, C. *Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética*. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.7, n.3, 2005. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/99/148>. Acesso em 11 jul. 2012.
- PAULA, Helder de Figueiredo e. *A ciência escolar como instrumento para a compreensão da atividade científica*. Dissertação (Doutorado). **UFMG/FaE**, 2004. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/FAEC-858NMV>. Acesso em 15 mai. 2012.
- PEREZ, D. G. et al. *Para uma imagem não deformada do trabalho científico*. **Ciênc. educ.** Bauru, v. 7, n. 2, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>. Acesso em 06 jun. 2012.
- RICCI, Claudia Sapag. *Pesquisa como ensino: Textos de apoio. Propostas de trabalho*. Belo Horizonte: **Autêntica**. 2004. (Biblioteca ENCI)
- SÁ, E.F et al. *Refletindo sobre atividades de caráter investigativo*. Ensino de Ciências por investigação I. CECIMIG/FaE, **Universidade Federal de Minas Gerais**. Belo Horizonte, v.1, p.86-89, 2008. Volume I. (Coleção ENCI).
- TOMAZI, A.L. et al. *O que é e quem faz ciência? Imagens sobre a atividade científica divulgadas em filmes de animação infantil*. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte: Dez. 2009, v.11, n.2. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/218> . Acesso em 15 mai.12.
- TRÓPIA, G.; CALDEIRA, A. D. *Imaginário dos alunos sobre a atividade científica: reflexões a partir do Ensino por investigação em aulas de Biologia*. **I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. 2009
- VAZ, Arnaldo M.; JÚLIO, Josimeire M. *Grupos de alunos como grupos de trabalho: análise e avaliação de atividades de investigação escolar em física*. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. 2004. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/atas/comunicacoes/co15-2.pdf>. Acesso em 11 jul. 12

## 6. ANEXOS

### Anexo A – Questionário pré-teste

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

1. Em sua opinião o que é Ciência?
2. Quem são as pessoas que fazem Ciência? Ilustre sua resposta e faça uma legenda explicativa.
3. De que maneira, de que forma essas pessoas fazem Ciência?
4. Em que locais, espaços, as atividades científicas são realizadas?
5. Em sua opinião, a Ciência é realizada por pessoas individualmente ou coletivamente? Explique sua resposta.

## Anexo B – Questionário pós-teste

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

1. Em sua opinião o que é Ciência?

2. Quem são as pessoas que fazem Ciência?

3. De que maneira, de que forma essas pessoas fazem Ciência?

4. Em que locais, espaços, as atividades científicas são realizadas?

5. Em sua opinião, a Ciência é realizada por pessoas individualmente ou coletivamente? Explique sua resposta.

## **Anexo C – Texto “Um olhar sobre alguns eventos e personagens na história da ciência”**

### **1. Um pouco sobre Pasteur**

Louis Pasteur nasceu a 27 de Dezembro de 1822 em Dole, França. Durante a sua infância, não mostrou qualquer especial interesse pela Ciência; os seus talentos pareciam concentrar-se especialmente no Desenho e na Pintura. Mas Pasteur tinha a grande ambição de ir para Paris, estudar na École Normale Supérieure e tornar-se professor, tendo, então, conquistado esse objetivo em finais de 1843, quando formou-se em Química e Física.

Em finais de 1848 aceitou o cargo de Professor de Química na Universidade de Estrasburgo. Aqui, conheceu Marie Laurent, filha do reitor da Universidade, por quem se apaixonou e pediu em casamento 15 dias depois de a conhecer. Esta aceitou a total absorção do seu marido pelo seu trabalho e dedicou a sua vida a apoiá-lo. Ela não era apenas uma simples dona de casa; também discutia o trabalho dele e estimulava o seu pensamento, o que a fez um dos seus melhores colaboradores científicos. Durante a estadia em Estrasburgo, nasceram 3 dos seus 5 filhos. Em Setembro de 1854, Pasteur aceitou o cargo de Professor de Química na Universidade de Lille.

### **2. Convite à investigação sobre o problema do álcool**

O pai de um dos alunos de Louis Pasteur na Universidade, Monsieur Bigo, era um produtor de álcool de beterraba e debatia-se com um problema: o processo de fermentação da beterraba, por vezes, não corria bem e o sumo não se transformava em álcool, azedando. Isto provocava uma grave quebra na produção de álcool.

Embora não possuísse muitos conhecimentos sobre fermentação, decidiu estudar amostras do líquido em boas condições e do líquido azedo. Após a observação da primeira amostra, verificou existirem minúsculos glóbulos amarelados que ele suspeitou serem leveduras. À medida que as leveduras se multiplicavam, alimentavam-se do sumo de beterraba, produzindo álcool e dióxido de carbono.

Na amostra de líquido azedo verificou não existirem leveduras, apenas minúsculos bastonetes negros que se agitavam numa espécie de dança. Compreendeu, então, todo o processo: os bastonetes dominavam as leveduras, impedindo-as de produzir álcool – em vez disso, produziam ácido láctico.

Pasteur não compreendia ainda todo o processo, mas tinha acabado de dar o primeiro passo para a resolução de um mistério com mais de dez mil anos: as leveduras eram a causa da fermentação!

Após a observação dos bastonetes negros no líquido azedo, surgiu outro problema a Pasteur: a observação dos mesmos tornava-se muito difícil, quando misturados na polpa de beterraba. Assim, desenvolveu um meio de cultura onde estes pudessem crescer e ser visualizados nitidamente. Em 1857, num relatório apresentado à Academia das Ciências de Paris, explicava como a fermentação era um processo vivo. Esse relatório provocou muita excitação na comunidade científica, destruindo outras teorias de cientistas de renome.

### **3. A pasteurização**

O trabalho de Pasteur sobre a fermentação continuou, demonstrando em seus trabalhos posteriores que as leveduras causam a fermentação em muitas substâncias. Desenvolveu igualmente uma forma de evitar que o vinho, o vinagre e a cerveja se estragassem, destruindo, pelo calor, os micróbios nocivos – processo esse chamado de pasteurização, em sua homenagem.

Em linhas gerais, a pasteurização, processo de eliminação seletiva de microrganismos pelo aquecimento brando, é hoje largamente empregada na indústria de alimentos. Em diversos países, inclusive no Brasil, é obrigatório pasteurizar o leite e seus derivados antes de comercializá-los. Há dois tipos de pasteurização: a rápida, usada nas grandes indústrias, também chamada de UHT (*Ultra High Temperature*) e a lenta, utilizada nos estabelecimentos de menor porte. Nesse último processo o leite é mantido a 62 °C por 30 minutos, e em seguida resfriado a temperaturas entre 4 °C e 5 °C. Já na pasteurização rápida, a temperatura de aquecimento é de 71 °C a 75 °C e o tempo é de apenas 15 segundos, sendo em seguida resfriado a temperaturas entre 2 °C e 3 °C. O processo de pasteurização, seja rápido ou lento, elimina a bactéria *Mycobacterium tuberculosis*, um microrganismo frequentemente presente no gado bovino e que pode causar tuberculose em seres humanos e, também, destrói, a maioria dos microrganismos responsáveis pela deterioração do leite, prolongando, assim, sua vida útil.

### **4. A teoria dos germes**

Nos finais de 1857, Pasteur foi convidado para Administrar e Dirigir os Estudos Científicos da École Normale Supérieure. Aqui, idealizou uma experiência para provar a teoria de que não existia geração espontânea entre os microrganismos. Encheu 2 grupos de balões de vidro com um caldo de levedura e selou as bocas dos mesmos. Num dos grupos, abriu as pontas dos balões, deixou entrar ar, e selou-os novamente. Colocou ambos os grupos de balões numa estufa. Os resultados foram bem esclarecedores. Nos frascos que manteve sempre selados, nada aparecera. Nos restantes, apareceram leveduras e outros fungos. Para demonstrar melhor a sua teoria, criou um balão, ajudado pelo Professor Balard, com um gargalo em forma de 'S' alongado, para baixo. O ar poderia passar, mas as poeiras seriam impelidas para baixo pela força da gravidade, não conseguindo atravessar as curvas. Ou seja, o ar entrava nos balões, mas a poeira e os micróbios ficavam presos no comprido gargalo curvo, mantendo os balões puros. Ainda hoje, mais de um século depois, os balões mantêm-se puros.

Após a publicação deste trabalho, o médico escocês Joseph Lister (1827-1912), professor de cirurgia em Edimburgo, utilizou as ideias de Pasteur para controlar as infecções nos hospitais. A taxa de mortalidade pós-operatória era muito elevada e depois de implementadas regras de higiene e de desinfecção do material esta taxa baixou consideravelmente.

### **Os últimos anos**

Pasteur trabalhou até quase aos setenta anos, vindo a falecer em 28 de Setembro de 1895, aos 72 anos, após sete anos da inauguração oficial do Instituto Pasteur.

### **Atividades propostas**

Questão 1. Comente a frase: “cientistas são gênios loucos que vivem isolados, confinados em laboratórios à procura de descobertas extraordinárias”.

Questão 2. Elabore uma história em quadrinhos sobre o processo de investigação do problema do álcool descrito no texto.

Questão 3. Para discutir em grupo: o que é ciência? O que é tecnologia? São processos independentes ou relacionados?

Questão 4. Qual é o papel da publicação na ciência? Um bom pesquisador deve saber escrever bem?

Questão 5. De acordo com o texto qual era o interesse de Pasteur?

Questão 6. Qual foi o problema que levou Pasteur a realizar a pesquisa?

Questão 7. Como Pasteur conseguiu comprovar suas hipóteses?

Questão 8. Quais foram as contribuições e os resultados conclusivos das pesquisas feitas por Pasteur que perduram até os dias atuais?

### **Fontes:**

LEITE PASTEURIZADO. Disponível em:

<http://cienciadoleite.com.br/?action=1&a=54&type=1>. Consultado em 29 de novembro de 2012.

LOUIS PASTEUR. Disponível em: <http://planeta72.blogspot.com.br/2009/06/louis-pasteur.html>. Consultado em 29 de novembro de 2012.

### **Anexo D – Roteiro do filme “Óleo de Lorenzo”**

Problema a ser investigado: É possível existir ciência fora da comunidade científica? Como se caracteriza esse tipo de ciência?

#### **Sinopse do filme**

Óleo de Lorenzo é uma produção de 1992, dirigida por George Miller. O filme baseia-se na história de Lorenzo Odone, que, aos 5 anos de idade, apresentou os primeiros sintomas de adrenoleucodistrofia (ALD), uma grave doença genética degenerativa. Explora-se, nele, o drama vivido pelos pais de Lorenzo após descobrirem que a ALD, por causar degeneração da mielina – a camada que isola os neurônios –, provoca graves transtornos neurológicos. Eles começam, então, a procurar uma solução médica, mas os especialistas consultados pouco tinham a

dizer sobre a doença, que fora descoberta apenas 10 anos antes de ser diagnosticada em Lorenzo. Na época, pensava-se que essa enfermidade era causada por uma falha no metabolismo de certos ácidos graxos – ou seja, certo tipo de gordura – e o único tratamento sugerido, que, ainda então, estava em teste, consistia em eliminar as gorduras da dieta dos pacientes.

Os pais de Lorenzo, seguindo as orientações dos médicos, passam a evitar as gorduras para diminuir os níveis dos ácidos graxos de cadeia longa – C24 e C26 – que se acumulavam no sangue do menino. A dieta, porém, não leva ao efeito esperado; ao contrário, o que se observa é o aumento do nível dessas substâncias.

A partir de então, os pais do menino dedicam-se a um estudo aprofundado de artigos científicos e estabelecem discussões com cientistas e médicos em busca de um tratamento eficaz para o filho.

Após a exibição do filme, reunidos em grupos, todos os estudantes devem discutir as questões que se propõem a seguir.

1. Como, em sua opinião, o conhecimento científico é produzido?
2. Como, em sua opinião, o conhecimento científico é validado?
3. Faça uma ilustração, representando como você imagina um cientista fazendo ciência.
4. O que os médicos sabiam sobre a doença quando Lorenzo foi diagnosticado como um portador de ALD? Quais foram as alternativas apresentadas pelos médicos para a família?
5. Quais foram as dificuldades encontradas pelos pais de Lorenzo para conseguir um tratamento adequado para ele? Qual foi a causa das dificuldades enfrentadas por eles?
6. Qual foi o grande desafio dos pais de Lorenzo? Que perguntas eles foram formulando ao longo do tratamento de Lorenzo e como tentaram responder a essas perguntas? Qual foi o resultado do trabalho dos pais de Lorenzo?
7. Em que consiste a diferença de interesses observada entre o pesquisador e o médico com relação às necessidades e expectativas do paciente e da família deste?

Texto adaptado: Lima et al (2008). Coleção ENCI, v.1, p.104 -106.