



**UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA SOBRE QUESTÕES  
EPISTEMOLÓGICAS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS**

**A SURVEY ON EPISTEMOLOGICAL ISSUES IN SCIENCE  
EDUCATION**

**Miguel Arcanjo-Filho<sup>2</sup>,**

**Karla Martins<sup>3</sup>, Gustavo Guttman<sup>4</sup> e Marco Braga<sup>1</sup>**

1 CEFET-RJ, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, braga@tekne.pro.br

2 ISERJ-Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro/ CEFET-RJ, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, m.arcanjofilho@gmail.com

3 EPSJV-FIOCRUZ/CEFET-RJ, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, karlafisica@hotmail.com

4 CEFET-RJ, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, gusgutt@yahoo.de

### **Resumo**

Este trabalho apresenta parte de uma pesquisa exploratória sobre as percepções de alunos em relação à construção do conhecimento científico. A pesquisa foi realizada em cinco escolas, sendo quatro de ensino médio e uma superior. Apesar de projetar uma tendência na direção de uma visão racionalista-realista, os resultados apresentaram-se ainda incipientes, apontando para um aprofundamento da investigação com outras metodologias de pesquisa qualitativa. A investigação visa a elaboração de material didático de história e filosofia da ciência para o ensino médio.

**Palavras-chave:** Epistemologia – Filosofia, História e Ensino de Ciências.

### **Abstract**

This paper presents part of a survey on the perceptions of students regarding the construction of scientific knowledge. The research was conducted in five schools: 4 high school and 1 college. Despite to design a tendency to rationalism-realism vision, the results presented are still incipient, pointing to a deepening of research with other qualitative methodologies. The research aims at the development of teaching materials of history and philosophy of science for secondary education.

**Keywords:** Epistemology – History, Philosophy of Science and Science Teaching.

## **INTRODUÇÃO**

Os currículos escolares tendem a fornecer com seus conteúdos e práticas uma determinada imagem de ciência (ABRANTES, 1998). A partir do tipo de abordagem dada aos conteúdos científicos pelo professor, da metodologia de avaliação ou mesmo da estrutura física de uma escola, que pode ter laboratórios ou não, o aluno acaba construindo uma percepção do que é a ciência. Junto às competências adquiridas nesse processo, aprende-se também a perceber o conhecimento científico como um empreendimento, que pode ser individual ou coletivo, casual ou intencional e mesmo puramente racionalista ou puramente empírico.

Martins (2006) ressalta que o simples fato de apresentar fatos pitorescos da ciência, como a queda da maçã, acaba levando a uma visão de casualidade e de genialidade para o desenvolvimento da ciência. Se a maçã não tivesse caído na frente do “gênio”, não teríamos a formulação da teoria da gravitação universal de Newton. Todo o trabalho de diversos filósofos naturais e o papel de diversas controvérsias anteriores acaba sendo desprezado. O aluno passa a ver a ciência como uma atividade feita por homens geniais, isolados e, muitas vezes, submetidos ao acaso.

Muitos cursos que tem base experimental acabam levando os alunos a construir uma imagem empirista de ciência. Fazem acreditar que o conhecimento nasce da simples observação de fenômenos e no indutivismo como método de construção das teorias. Por outro lado, cursos teóricos com forte base matemática e quase nenhuma experimentação, produzem imagens racionalistas radicais, dedutivistas, onde a ciência é vista como simples matemática aplicada.

Por outro lado, a crença na idéia de descoberta, leva os alunos a acreditarem num realismo ingênuo que os faz confundir a natureza com as teorias científicas. Poucos talvez percebam que existe a possibilidade, ventilada por muitos epistemólogos há séculos, dessas teorias serem apenas ferramentas na compreensão do universo. Essa posição, conhecida como instrumentalismo, talvez tenha pouca penetração no mundo educacional em detrimento do realismo (CHALMERS, 1993).

Muitas dessas imagens de ciência acompanharão esses alunos por toda a vida, pois a grande maioria não seguirá carreiras que venham a aprofundar a epistemologia científica.

Portanto, faz-se necessário incorporar aos conteúdos da ciência alguns elementos epistemológicos. Não como algo independente, um capítulo ou tópico do programa à parte, mas como uma questão intrínseca ao próprio conteúdo científico. Revisitar experimentos históricos com textos de suporte que forneçam informações relevantes sobre como se chegou a eles ou como foram interpretados por coletivos de pensamento (FLECK, 1986) divergentes é uma boa forma de introduzir os elementos epistemológicos no contexto dos conteúdos que estão sendo aprendidos. Aprender o que são visões de natureza (ABRANTES, 1998) e como estas podem guiar a construção de teorias e posicionar os mesmos coletivos de pensamento frente a situações problemáticas também é um bom caminho.

## **UM PROJETO DE TEXTOS HISTÓRICO-FILOSÓFICOS**

Pensando na possibilidade de construção de textos nessa linha, foi elaborado um projeto de criação de pequenos textos paradidáticos de aproximadamente 20 páginas que

poderão ser acompanhados de pequenos vídeos e ou experimentos históricos. Procuramos estabelecer um eixo epistemológico para esses textos. Escolhemos a evolução dos conceitos associados à estrutura da matéria como fio condutor. Os pequenos textos didáticos percorrerão historicamente as concepções sobre a estrutura da matéria, desde o conceito de átomo grego ao modelo padrão dos modernos aceleradores de partículas. Entretanto, pretende-se que esses textos não sejam apenas informativos de um processo histórico de mais de dois mil anos. Deseja-se elaborá-los com uma abordagem onde controvérsias científicas e epistemológicas, sobre as diferentes visões de natureza e visões de ciência (ABRANTES, 1998), possam ser apresentadas de forma concomitante a o seu contexto social, visando também uma compreensão da natureza da ciência (McCOMAS, 2008).

O projeto terá um caráter interdisciplinar entre a Física, Química, História e Filosofia, vindo ao encontro da recente obrigatoriedade do ensino dessa última disciplina nas escolas de nível médio. A maioria dos programas adotados nas escolas para disciplina Filosofia aborda as questões epistemológicas referentes à ciência. Nesse programa, encontramos referências ao empirismo, racionalismo e à filosofia crítica de Kant, temas que tem relação direta com a epistemologia das ciências naturais, mas que não são abordados pelos textos didáticos dessas ciências. Com isso, a proposta tem como objetivo apontar para a construção de olhares multidisciplinares para uma mesma questão, onde física, química e filosofia, apesar de trabalharem de forma independente, estariam dialogando sobre um mesmo problema.

## **UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA**

Antes de escrever os textos é necessário fazer um levantamento sobre a percepção dos alunos em relação às formas de construção do conhecimento científico. Utilizou-se uma metodologia de pesquisa “survey” para explorar entendimento dos alunos a respeito de uma temática.

Em primeiro lugar é importante deixar claro que a intenção dessa pesquisa é levantar esboços de concepções. Não se tem a ingenuidade de acreditar que alunos de ensino médio tenham visões consolidadas sobre a construção do conhecimento científico. O que existe são algumas idéias não muito estruturadas que podem ser trabalhadas no próprio processo de ensino-aprendizagem.

As origens da construção dessas idéias são de difícil mapeamento, já que as informações da maioria dos alunos urbanos chegam não só através da educação escolar, mas por meio da televisão, internet, revistas de divulgação etc. Os resultados desse levantamento serão tomados como guia na escrita dos textos. Ao final pretende-se reavaliar as percepções dos alunos para ver se houve alguma alteração e de que forma ela aconteceu. Os textos não pretendem defender nenhuma posição, procurando deixar as questões em aberto para que o aluno possa tomar parte nos debates epistemológicos que vem acontecendo.

A pesquisa exploratória foi realizada em 4 escolas de ensino médio e 1 de ensino superior. Os alunos já haviam cursado pelo menos uma série do ensino médio, portanto, estavam na segunda ou terceira séries.

Escola A - é uma escola particular laica, localizada num bairro de classe média alta, onde os alunos têm acesso a diversos meios de informação, tendo inclusive oportunidade de viajar para o exterior.

Escola B - é uma escola particular de classe média, com formação religiosa não conservadora. Portanto, os alunos dispõem de diversos meios de informação.

Escola C é uma escola pública situada num bairro de classe média, num ponto de entroncamento de diversos meios de transporte. Esse fato permite a existência de um público diversificado, espalhado por diversos outros bairros, alguns de baixa renda. Esta escola, além do ensino regular, também forma professores para o ensino fundamental.

Escola D é uma escola pública, com formação técnica, localizada num bairro de baixo poder aquisitivo. Por ter qualidade acima da média das demais escolas, a escola D atrai alunos com bom nível que se destacam nas escolas de nível fundamental da região. Os alunos tem uma vivencia de laboratório quase que diária.

Escola E é uma escola militar de nível superior que foi escolhida apenas para referenciar os resultados obtidos nas demais escolas e perceber se o estudo de todo o ensino médio faria algum contraste com aqueles que ainda estão estudando nesse nível. A escola agrega alunos de todo o Brasil aprovados em um concurso.

A realização da pesquisa exploratória contou com o seguinte quantitativo de alunos:

INSTITUIÇÃO	NÚMERO DE ALUNOS
ESCOLA A	66
ESCOLA B	30
ESCOLA C	164
ESCOLA D	30
ESCOLA E	84

Dentre as questões que foram propostas nessa investigação resolvemos selecionar apenas quatro para serem apresentadas nesse artigo. As perguntas tentavam identificar como os alunos percebiam o papel da experimentação na construção do conhecimento científico e como viam a relação entre ciência e natureza. As questões propostas e os resultados obtidos estão colocados nas tabelas abaixo em valores percentuais. Foram descontados os casos em que algum aluno não tenha respondido a uma das perguntas ou que tenha marcado todas as opções de uma dada pergunta. Não os levamos em consideração por não terem ocorrido em número significativo.

Listaremos abaixo as perguntas e os percentuais de respostas de cada pergunta por escola.

**Questão 1) Normalmente, alunos começam a estudar Física e nem se perguntam sobre questões que são fundamentais. Uma delas é sobre a origem da Física. Para você, quando foi que a Física começou?**

- No Big-Bang.
- Quando o primeiro ser humano olhou para um evento da natureza e resolveu pensar por que ele ocorre.
- Na Grécia.
- No século XVII com Galileu Galilei.

RESPOSTAS	ESCOLA A	ESCOLA B	ESCOLA C	ESCOLA D	ESCOLA E
<b>a</b>	24%	40%	34%	47%	19%
<b>b</b>	59%	46%	43%	40%	71%
<b>c</b>	9%	7%	4%	10%	9%
<b>d</b>	8%	7%	19%	3%	1%

**Questão 2) Você já deve ter visto que muitos cientistas trabalham em laboratórios de pesquisa enquanto outros desenvolvem seus estudos teoricamente. Para você:**

- O conhecimento científico surge primeiro no pensamento humano e posteriormente é comprovado pela experimentação no laboratório.
- Ou o conhecimento científico surge primeiro pela observação de experiências de laboratório e posteriormente é elaborado pelo pensamento humano.

RESPOSTAS	ESCOLA A	ESCOLA B	ESCOLA C	ESCOLA D	ESCOLA E
<b>a</b>	56%	63%	65%	83%	56%
<b>b</b>	44%	37%	35%	17%	44%

**Questão 3) A Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton, afirma que a força da gravidade entre dois corpos é diretamente proporcional ao produto das massas desses corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. Caso outro cientista explicasse corretamente a força da gravidade ele teria encontrado exatamente a mesma lei?**

- Sim, pois as leis da natureza estão na própria natureza e os cientistas apenas as descobrem.
- Não, pois as leis naturais são uma construção mental de cada cientista. Portanto outro cientista poderia ter encontrado uma lei diferente.

RESPOSTAS	ESCOLA A	ESCOLA B	ESCOLA C	ESCOLA D	ESCOLA E
<b>a</b>	69%	57%	69%	53%	67%
<b>b</b>	31%	43%	31%	47%	33%

**Questão 4) A ciência pode ser entendida como um conjunto de procedimentos ou ações que realizamos com a intenção de se conhecer cada vez mais a natureza, e por extensão, todo o universo a nossa volta. Esses procedimentos ou ações podem ser atitudes concretas como, por exemplo, utilizar um microscópio para se estudar objetos muito pequenos como uma célula do sangue ou o uso de um telescópio para mapear objetos muito distantes como um planeta do sistema solar. Podem também ser ações puramente pensadas, ou teóricas, como, por exemplo, imaginar que existem cargas elétricas negativas (os elétrons) em torno do núcleo dos átomos.**

**Uma vez que não existem, até hoje, equipamentos capazes de enxergar um elétron, como podemos acreditar que eles existem?**

- Os elétrons existem porque acreditamos nos cientistas, e os cientistas dizem que os elétrons existem.

- (b) Os elétrons existem porque diversos equipamentos elétricos funcionam devido à corrente elétrica que é formada de elétrons.
- (c) Como não podemos ver os elétrons, fica muito difícil afirmar que eles verdadeiramente existem ou não existem. O que importa realmente é que a teoria sobre os elétrons funciona e explica uma série de coisas sobre os átomos.

RESPOSTAS	ESCOLA A	ESCOLA B	ESCOLA C	ESCOLA D	ESCOLA E
<b>a</b>	8%	4%	7%	3%	1%
<b>b</b>	20%	63%	39%	17%	31%
<b>c</b>	72%	33%	54%	80%	68%

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na questão 1 esperava-se que os alunos respondessem as opções a partir das seguintes concepções:

a) os alunos que optam por esta resposta associam diretamente natureza com a Física. Afirmar que a Física nasce junto com o surgimento do universo é acreditar que existem entidades naturais que se relacionam de forma independente do pensamento humano.

b) neste caso existe claramente uma relação entre objetos naturais e pensamento humano. A ciência é uma construção. Entretanto, pode existir na opção a idéia de que a Física seja apenas fruto de “especulação”.

c) nesta opção existe o entendimento de que a Física teve um momento preciso de nascimento. Ela seria o resultado de um determinado momento histórico onde entender a natureza seria uma necessidade, para além da curiosidade.

d) muitos professores do ensino médio declaram que foi Galileu quem “inventou” a ciência. Nesse caso haveria uma personificação do gênio fundador.

O fato de haver uma grande incidência de respostas no item (b) causou surpresa. Através de relatos informais de professores, sabia-se que os alunos tendem a confundir a ciência com a própria natureza, acreditando que seu surgimento tenha ocorrido com o início do universo. A grande incidência de respostas no item (b) foi explicado em princípio por três hipóteses. A primeira hipótese referia-se ao fato da resposta (b) ser mais elaborada. Isso poderia ter levado alguns alunos que não soubessem o que marcar a escolhê-la. A segunda hipótese apontava para a situação de haver alunos que não conhecessem o significado do termo “Big Bang”, achando que essa expressão pudesse ser uma brincadeira. Entretanto, ao analisar a baixa marcação dos itens seguintes (c e d) fez-se a terceira suposição, que contrariava as duas hipóteses anteriores. A baixa marcação era um indicativo de que as opções (a) e (b) foram escolhidas com certo grau de consciência. De uma forma geral, as duas respostas majoritárias expressam duas visões antagônicas que polarizam descoberta e invenção. Na primeira, o conhecimento está na natureza cabendo aos homens descobri-lo. Na segunda, ele é uma construção do pensamento humano sobre a natureza.

Na questão 2, apesar de haver uma tendência clara pela escolha da resposta (a), houve um relativo equilíbrio entre as duas opções. Esperava-se que as escolhas fossem guiadas pelas seguintes concepções:

a) esta opção aponta para a crença de que o laboratório seria apenas um “tribunal científico”. Desconsidera que a experiência não é montada ou construída de forma imparcial ou destituída de intenções previamente determinadas para se corroborar determinada tese (de certa forma esta é a maior semelhança com um tribunal de justiça). O fato de surgir primeiro no pensamento humano aponta para uma visão racionalista.

b) esta opção desconsidera, claramente, que uma experiência só pode ser realizada ou montada com uma visão previamente bem estruturada do que se quer estudar. A opção valoriza também o discurso das chamadas descobertas por acaso que tantas vezes é associada ao gênio do indivíduo que vê aquilo que tantos outros não conseguem ver. É uma opção que, inicialmente parece apontar para o empirismo.

Se houvesse uma maioria esmagadora optando por uma das respostas, poderíamos definir uma tendência entre o racionalismo e o empirismo. A escolha da opção (a) pode ser provocada pelo mito do cientista genial que constrói teorias em sua mente sem a necessidade de qualquer auxílio, seja de outros cientistas, seja do laboratório. O que surpreende é que a escola D tenha sido aquela em que o empirismo tenha sido mais desprezado. Por ser uma escola técnica, os alunos passam muito tempo em laboratórios. Talvez esse fato tenha sido influenciado por uma metodologia bastante comum de trabalho no laboratório em que os alunos apenas comprovam o que aprenderam na teoria. Intencionalmente não foi formulada opção que contemplasse um misto de racionalismo e empirismo, intenção que procurava assinalar quais das duas opções seria majoritária. É bastante razoável supor que o equilíbrio entre as duas opções de resposta seja reflexo do entendimento de que existe no trabalho científico também um “certo equilíbrio” entre racionalismo e empirismo.

Na questão 3 esperava-se que as escolhas apontassem para as seguintes opiniões:

a) revela pensamento filosófico (ainda que intuitivo) realista e aponta para uma visão empirista-indutivista, já que basta descortinar a verdade da natureza pela experimentação para daí descobrir as leis.

b) revela um pensamento por parte do aluno mais próximo de uma imagem de natureza do instrumentalista (CHALMERS, 1998) onde o conhecimento é percebido como uma construção teórica, a partir da interação com a natureza, mas sem a necessidade de ser uma descrição perfeita da realidade.

A maioria das escolhas, em todas as escolas, recaiu sobre o item (a), que defende que as leis estão na natureza e que o cientista apenas as “descobre”. Essa opção é bem próxima do senso comum. Entretanto, ela demonstra uma contradição com a questão 2, onde a maioria dos alunos defendeu que a ciência é uma construção da mente do cientista (2-a). Podemos inferir, a partir desta contradição, que os alunos entendem que existe algo a ser descoberto que possui existência real independente da mente humana, entretanto somente a criatividade e a pesquisa inerentes à mente humana é capaz de colocar a descoberto os fenômenos naturais.

Na questão 4 esperávamos que as opções expressassem as seguintes idéias:

a) pensamento que faz lembrar os argumentos de autoridade do tipo escolástico onde as teorias de Aristóteles eram corretas porque eram do próprio Aristóteles.

b) visão pragmática, associando realidade científica e pesquisa científica à engenharia e tecnologia.

c) novamente remete a uma posição filosófica conceitualista ou não-realista e a uma visão instrumentalista, que aponta para o fato de ser verdadeiro aquilo que funciona.

A baixa escolha do item (a) demonstra que, pelo menos no discurso, os alunos rejeitam afirmações baseadas em autoridades. Entretanto, a concentração de respostas nos itens (b) e (c) trouxe algumas questões. A exceção da escola B, todas optaram majoritariamente pelo item (c). Esse fato poderia apontar para uma visão instrumentalista de ciência, onde os cientistas tenderiam a não se importar com a realidade última da matéria, mas apenas com a descrição dos fenômenos. Mas levaria a uma possível contradição com as escolhas 2-(b), de cunho empirista, onde a realidade é quem determina o conhecimento e 3-(a), de matriz realista. A resposta 2-(b), apesar de não ter sido majoritária, teve uma incidência expressiva.

## CONCLUSÕES

A pesquisa aqui realizada não tem a pretensão de acreditar que alunos de ensino médio possuam posturas filosóficas claras e definidas a respeito da construção do conhecimento científico. O que se procurou fazer foi mapear tendências de possíveis influências das metodologias de ensino-aprendizagem sobre as visões de ciência dos alunos. Nessa primeira fase, o mapeamento ficou restrito a duas polarizações: empirismo versus racionalismo e realismo versus instrumentalismo. Analisando-se os dados numa primeira abordagem, percebe-se que existe uma tendência para uma visão racionalista-realista. Entretanto, os dados recolhidos ainda podem ser investigados com maior profundidade. Pretende-se aprofundar essa investigação com entrevistas que possam revelar um pouco mais detalhadamente as visões dos alunos e revelar possíveis contradições ou coerências de suas opiniões. Contudo, os dados aqui coletados apontam para o fato de que os alunos, mesmo sem um referencial teórico direcionado para o tipo de discussão que remeta ao estudo de pressupostos filosóficos e epistemológicos, intuitivamente e ou em função de influências diversas, possuem imagens de ciência. Tais imagens podem ser exploradas na prática docente do ensino de ciência. Com isso, significados mais sistemáticos poderiam ser fornecidos para aqueles que estão aprendendo ciência. As diversas contradições observadas nas análises acima parecem reafirmar a necessidade de elaboração de textos de apoio didático que pretendem discutir as diversas visões de ciência em situações concretas da construção do conhecimento científico.

## REFERÊNCIAS

- ABRANTES, P. **Imagens de Natureza, Imagens de Ciência**. Campinas: Papirus, 1998.
- CHALMERS, A. F. **O que é Ciência Afinal?**. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1993.
- FLECK, L. **La Génesis y el Desarrollo de un Hecho Científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.
- MARTINS, R. A. **A Maçã de Newton: História, Lendas e Tolices in Silva, C. C. - Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física Editora, 2006.
- McCOMAS, W. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of Science. **Science & Education**, 17:249-263, Kluwer, Dordrech; (2008).