

CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE FÍSICA A RESPEITO DA NATUREZA DA CIÊNCIA À LUZ DA EPISTEMOLOGIA DE POPPER

JOÃO OTAVIO GARCIA DA SILVA^{1*} LUIZ HENRIQUE MARTINS ARTHURY^{2†}

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica,
Universidade Federal de Santa Catarina,
Florianópolis, SC, CEP 88040-900

²Departamento de Física, Instituto Federal de Santa Catarina
Campus Jaraguá do Sul, SC, CEP 89251-000

Resumo

Apresentamos nesse artigo os resultados de uma investigação sobre as concepções de professores de Física acerca da atividade científica, por meio de entrevistas. Essas foram transcritas e analisadas com base em uma categorização que destaca quatro concepções de ciência, baseadas em pesquisas da área de epistemologia, e contrastadas com a filosofia da ciência de Karl Popper. Dentre os resultados constatados, foi identificado que a visão de ciência da maioria dos professores remete a concepções indutivistas ingênuas da atividade científica.

Palavras-chave: Concepções de Ciência. Natureza da Ciência. História e Filosofia da Ciência.

*E-mail: garciajoaoootavio@gmail.com

†E-mail: luiz.arthury@ifsc.edu.br

Abstract

We present in this article the results of an investigation about the conceptions of physics teachers about the scientific activity, through interviews. These were transcribed and analyzed based on a categorization that highlights four conceptions of science, based on research in the area of epistemology, and contrasted with the philosophy of science of Karl Popper. Among the verified results, it was identified that the vision of science of the majority of teachers refers to naive inductivist conceptions of scientific activity.

Keywords: Conceptions of Science. Nature of Science. History and Philosophy of Science.

1 Introdução

A perspectiva de abordar temas relacionados à Natureza da Ciência no currículo regular de Ciências da Natureza, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, pode ser considerada uma estratégia integrante do processo de ensino e aprendizagem, buscando, além de trabalhar os conteúdos curriculares sob a ótica da História e Filosofia da Ciência, minimizar as concepções distorcidas relacionadas à atividade científica. Essas, por sua vez, podem ser compreendidas como um dos objetivos para tal abordagem, o que já foi ressaltado por diversos autores (Harres, 1999; Gil-Pérez *et al*, 2001; Köhnlein & Peduzzi, 2005; Peduzzi & Silveira, 2006; Oki & Moradillo, 2008).

Trabalhos como os referidos acima apontam a recorrência de uma concepção indutivista ingênua da atividade científica por parte de alunos (compreensível) e mesmo por parte de professores de ciências (Gil-Pérez *et al*, 2001). Isso deveria ser algo preocupante (e de fato assim o consideramos), uma vez que pesquisas já indicaram que essas concepções podem ser transmitidas pelo ensino nas escolas (Fernández *et al*, 2002).

Para contribuir com um enfrentamento dessas visões no ensino, naturalmente precisamos identificar a extensão do problema para pensarmos em propostas que busquem superar as possíveis deficiências de formação dos professores de ciências. Nessa perspectiva, através desse trabalho foi possível identificar, categorizar e analisar as concepções filosóficas de professores de Física da rede estadual de Santa Catarina do município de Jaraguá do Sul, de modo a contrastá-las com a epistemologia de Karl Popper, influente filósofo austríaco do séc. XX.

2 Elementos da Epistemologia de Popper

O método indutivista, ou indutivismo, é estudado e epistemologicamente confrontado por Popper (1993) sob a perspectiva das tentativas de universalização do conhecimento científico. Essas tentativas são apresentadas por Popper, indicando que os indutivistas defendiam a ideia de que o empirismo seria

suficiente para o processo de validação de uma conjectura, considerando essa, a partir de então, parte integral da “realidade”.

Para Popper estas justificativas não são possíveis e, conseqüentemente, o indutivismo não é suficiente para consolidar ou mesmo justificar completamente a validade de uma conjectura. O indutivismo viria a contribuir para uma visão extremamente empirista da ciência, de modo que essa tenderia a uma tentativa de universalizar suas escolhas acerca da “verdade”, acreditando que a aplicação cuidadosa do *método científico* poderia expor a realidade de forma nítida e irrefutável.

Dessa forma, Popper (1993) refere-se ao indutivismo como sendo suscetível a incoerências lógicas, indicando ainda que esse seria limitado pela tentativa de justificar-se de forma regressiva.

[...] as incoerências só serão evitadas, se puderem sê-lo, com dificuldade. Pois o princípio da indução tem de ser, por sua vez, um enunciado universal. Assim, se tentarmos considerar sua verdade como decorrente da experiência, surgirão de novo os mesmos problemas que levaram à sua formulação. Para justificá-lo, teremos de recorrer a inferências indutivas e, para justificar estas, teremos de admitir um princípio indutivo de ordem mais elevada, e assim por diante. Dessa forma, a tentativa de alicerçar o princípio da indução na experiência malogra, pois conduz a uma regressão infinita (Popper, 1993, p. 29).

Ou seja, utilizando o *problema da indução* (conhecido assim a partir de David Hume), Popper problematiza a lógica do indutivismo como uma pretensa justificativa para determinar a validade de uma conjectura, ressaltando ainda que essa seria uma forma epistemologicamente equivocada de interpretar a atividade científica. Tratando ainda do problema da indução, considerando principalmente os problemas do empirismo extremo, Popper introduz a questão das inferências indutivas. Para ele, uma inferência é considerada indutiva quando ela defende que enunciados singulares (descrições de observações ou experimentos, por exemplo) culminam em enunciados universais (hipóteses ou teorias generalizadas).

Popper considera logicamente impossível a inferência de enunciados universais a partir de enunciados singulares, de modo que, para melhor ilustrar esta questão, destaca a natural falseabilidade das conclusões adotadas desta forma:

“Ora, está longe de ser óbvio, de um ponto de vista lógico, haver justificativa no inferir enunciados universais de enunciados singulares, independentemente de quão numerosos sejam estes; com efeito, qualquer conclusão colhida desse modo sempre pode revelar-se falsa: independentemente de quantos casos de cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos” (Popper, 1993, p. 28).

A própria lógica utilizada para estruturar as inferências indutivas acaba por configurar as intempéries que dificultam as tentativas do indutivismo de consolidar (ou universalizar) os processos de obtenção de conhecimento científico. Não importa quantas vezes observamos um dado fenômeno, não podemos afirmar que este sempre ocorrerá de tal modo.

Popper ressalta que a maioria dos proponentes da lógica indutiva defendiam o fato de que o princípio da indução deveria ser aceito sem questionamentos, pois representaria a “totalidade da ciência”. Popper enfatiza que, “contudo, ainda admitindo que assim fosse – pois, afinal, “a totalidade da Ciência” poderia

estar errada – eu continuaria a sustentar que um princípio de indução é supérfluo e deve conduzir a incoerência lógicas” (1993, p. 29). Desta forma, mesmo com a defesa dos indutivistas, Popper ainda se mantém filosoficamente irreduzível em relação ao indutivismo como possível fator de universalização da ciência.

Popper, além de confrontar epistemologicamente os ideais do indutivismo a partir do problema da indução, ataca uma das tentativas de Immanuel Kant em justificar a universalização da ciência de forma indutiva:

“Kant procurou vencer a dificuldade admitindo que o princípio de indução (que ele apresentou como “princípio da causação universal”) é “válido a priori”. Não creio que essa engenhosa tentativa de proporcionar uma justificação a priori para os enunciados sintéticos tenha alcançado êxito” (Popper, 1993, p. 29).

Desta forma, indica mais uma vez o caráter ilógico das inferências indutivas em carregar a alcinha de universalizadoras da ciência. Além disto, enfatiza que a justificação *a priori* tende a uma corrente que pode conduzir à “doutrina da probabilidade”. Esta doutrina da probabilidade, ressalta Popper, pode ser compreendida como uma forma conveniente de alteração do princípio da indução, transferindo a responsabilidade deste em tratar as inferências de “verdadeiras” para apenas “prováveis”, de modo que esta doutrina caracterizaria uma regressão infinita ou à doutrina do *apriorismo* (Popper, 1993).

Em resposta à lógica indutiva, Popper retoma um conceito que fora abordado tanto por Hume quanto por Kant, o problema da demarcação. Popper insere este conceito como sendo o problema em estabelecer algum tipo de critério (ou uma série deles) que possibilite demarcar a diferença entre as inferências indutivistas e as inferências lógicas ou, ainda, definir outro significado para ciência empírica, que se diferenciasse do significado indutivista (Popper, 1993).

Para tentar resolver então o problema de como justificar afirmações científicas generalizantes, Popper faz uma defesa sofisticada da provisoriedade do conhecimento. E, fundamentalmente, chama atenção à falseabilidade como critério de verificação das asserções científicas:

“[...] não exigirei que um sistema científico seja suscetível de ser dado como válido, de uma vez por todas, em sentido positivo; exigirei, porém, que sua forma lógica seja tal que se torne possível validá-lo através de recurso a provas empíricas, em sentido negativo: deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico” (Popper, 1993, p. 42).

Ou seja, não podemos, jamais, provar peremptoriamente uma teoria. Contudo, podemos refutá-la. Tentativas de refutação malogradas corroborarão a teoria, que se fortalecerá.

Na medida em que a teoria resista a provas pomenorizadas e severas, e não seja suplantada por outra, no curso do progresso científico, poderemos dizer que ela “comprovou sua qualidade” ou foi “corroborada” pela experiência passada” (Popper, 1993, pg. 34).

Deste modo, Popper evita o problema da indução, sugerindo que nossas assertivas científicas são conjecturas refutáveis, afastando assim as verdades absolutas do meio científico. O que não significa que a

ciência passe a ser arbitrária. Tanto para Popper (1993), como também para Lakatos (1979), outro filósofo bastante influente na epistemologia do século XX, as decisões metodológicas da comunidade científica são, em última instância, racionais e perfeitamente justificáveis diante da dinâmica entre previsões e corroborações (ou refutações).

3 Metodologia

A partir do foco dessa pesquisa, que visava um estudo das concepções dos professores de Física acerca da ciência, entendeu-se que sua abordagem seria qualitativa. A pesquisa qualitativa caracteriza-se como uma das principais formas de transpor objetos de pesquisa em realidades visíveis a serem analisadas:

“O termo qualitativo implica uma partilha densa com pessoas, fatos e locais que constituem objetos de pesquisa, para extrair desse convívio os significados visíveis e latentes que somente são perceptíveis a uma atenção sensível e, após este tirocínio, o autor interpreta e traduz um texto, zelosamente escrito, com perspicácia e competências científicas, os significados patentes ou ocultos do seu objeto de pesquisa” (Chizzotti, 2003, p. 222).

Na perspectiva da pesquisa qualitativa, buscando trabalhar diretamente com os sujeitos, o instrumento de coleta de dados escolhido foi a entrevista por pautas, controlada e direcionada aos nossos propósitos (Flick, 2009).

A entrevista pode ser compreendida como um meio de interação social que visa coletar dados de uma forma que fique o mais confortável possível para o entrevistado e o entrevistador, de modo que o entrevistado se sinta seguro em responder e discutir as questões, tornando-se uma fonte de informação de grande importância. No âmbito educacional, o caráter social da entrevista pode ser acentuado se essa for considerada como um trabalho em conjunto entre entrevistado e entrevistador, onde uma parte busca coletar dados e outra parte atua como fonte de informação (Gil, 1991).

3.1 Estruturação das Concepções e do Roteiro de Entrevista

Antes da realização das entrevistas e análise das transcrições das mesmas, foram estruturadas quatro concepções de ciência, de modo que cada uma dessas foi categorizada de acordo com suas principais características. Importante ressaltar que esse processo de categorização não se deu de forma aleatória ou essencialmente subjetiva, sendo estruturado a partir da literatura acadêmica relacionada (Gil-Pérez et al., 2001, Peduzzi & Köhnlein, 2005).

Com a categorização escolhida, visamos minimizar a estratificação das perguntas, preocupando-nos ainda em evitar perguntas que pudessem induzir respostas vagas ou muito abrangentes. Foram estruturadas, portanto, quatro concepções: Linear e ahistórica, Elitista, Estritamente utilitarista e Metódica, sendo que essas serão discutidas na apresentação dos resultados da pesquisa, por questões de coesão. A partir destas concepções, foram elaboradas as questões que serviriam de base para o roteiro de entrevista. Foram estruturadas nove perguntas que buscassem identificar as concepções dos professores. Apresentamos na Tabela 1 cada uma dessas perguntas, juntamente com seu objetivo.

Tabela 1: Perguntas e objetivos.

Perguntas	Objetivos
Para que serve a ciência?	Identificar como o entrevistado compreende a atividade científica de forma geral, seus objetivos, seus impactos sociais e o modo como opera.
Para você, o que um cientista tem de diferente das outras pessoas?	Identificar como o entrevistado compreende a atividade do profissional que atua na ciência, e identificar sua visão a respeito de quem é o cientista.
As ideias científicas evoluem, são substituídas umas pelas outras, ou, uma vez propostas, se mantêm ao longo do tempo? Comente.	Identificar como o entrevistado compreende a ciência enquanto uma produção humana, considerando sua historicidade.
<i>“O conhecimento científico foi construído ao longo dos anos por pessoas que não trabalhavam em “serviços braçais” e possuíam todo tempo disponível para estudar”.</i> Comente essa afirmação.	Identificar como o entrevistado compreende o ser humano como atuante na atividade científica, além de visar identificar se o entrevistado possui uma visão elitista desses que são considerados “produtores do conhecimento científico”.
Qual a relação entre ciência e tecnologia? Comente.	Identificar qual a relação que o entrevistado estabelece entre ciência e tecnologia, investigando a suposta neutralidade da ciência perante à sociedade.
É possível afirmar que a ciência só se consagrou devido à utilização do método científico? Comente.	Identificar qual a relação que o entrevistado estabelece com a ciência e a utilização do suposto método científico.
Você acha que o método científico garante que algumas teorias são verdadeiras e outras são falsas? Comente.	Identificar a importância dada ao suposto método, por parte do entrevistado, no processo da atividade científica.
A verificação de dados retirados da observação de um experimento ou fenômeno da natureza são suficientes para construir uma teoria?	Identificar se o entrevistado compreende a ciência como a suposta neutralidade que a observação do cientista promove ao processo de construção de uma teoria científica.
Qual é o método utilizado pela ciência e como ele é organizado? Para você, quais as etapas que compõem a organização deste método?	Identificar se o entrevistado compreende a ciência pautada em um método científico, ou em qualquer outro método, buscando identificar qual a relação que este estabelece com a suposta ideia de uma ciência processualmente construída por etapas metódicas, organizadas e enumeráveis.

Para avaliar essas perguntas antes de sua implementação definitiva, decidimos implementar um piloto dessa entrevista. A implementação desse piloto visou, antes de qualquer especificidade da pesquisa em si, avaliar a sequência das perguntas, se essas iriam contribuir para que os entrevistados deixassem evidentes suas possíveis concepções sobre ciência e, por fim, se alguma alteração estrutural deveria ser feita. Após termos um roteiro prévio, contatamos quatro formandos de um curso de Licenciatura em Física e um professor de Física do mesmo curso, dispostos a colaborar com o piloto. Como esse piloto ocorreu conforme o esperado para cada questão, respeitando a espontaneidade do processo de entrevista bem como se demonstrando suficiente em relação à forma como as concepções eram expostas nos diálogos dos entrevistados, o roteiro de entrevistas, até então prévio, tornou-se o definitivo.

Entramos em contato com vinte professores de Física da rede estadual de Santa Catarina, atuantes do município de Jaraguá do Sul e região. Desses vinte professores contatados, tínhamos a seguinte situação: três não quiseram participar; dois disseram não ter disponibilidade de tempo dentro do período previsto para as entrevistas; e seis simplesmente não responderam. Ou seja, nossa amostra ficou com nove professores, efetivamente entrevistados. As entrevistas foram gravadas, com o consentimento dos entrevistados, e após foram transcritas integralmente, formando o corpo de dados para nossas considerações a respeito das visões dos professores a respeito da atividade científica.

4 Resultados

A próxima etapa consistiu em contrastar as falas dos professores entrevistados com a filosofia de Karl Popper. A organização que escolhemos foi analisar essas falas de acordo com as concepções tomadas como categorias de análise. De forma natural percebemos que as categorias (as concepções) escolhidas apareciam frequentemente entre as falas, do que então fizemos uma análise mais pormenorizada dessas. Apesar de nossas questões serem formuladas com vista à identificação de possíveis concepções já tidas por comuns na literatura (Gil-Pérez, 2001), nossa intenção foi averiguar a visão do professor, seja ela qual fosse. O fato de termos percebido com facilidade algumas visões inadequadas da atividade científica, já apontadas pela literatura, é mais uma corroboração do alcance dos resultados dessa.

Apresentaremos na sequência alguns trechos dos diálogos, extraídos das transcrições das entrevistas com os professores, contrastados com a filosofia de Popper. Faremos essa análise para cada uma das quatro concepções adotadas.

4.1 A concepção linear e ahistórica

De acordo com a caracterização adotada, baseada em caracterizações já realizadas por outros autores (Gil-Pérez et al., 2001; Peduzzi & Köhnlein, 2005), definimos os principais aspectos da concepção linear e ahistórica, a primeira concepção que trataremos especificamente.

Essa concepção tem por características principais: entender a ciência como pautada em uma “construção sucessiva” de evolução linear (ou, em alguns casos extremos, na não existência de evolução, mas sim de um simples acúmulo de descobertas), guiada por pensamentos e ações que, sendo alterados ou não, culminarão em algo idealizado e correspondente à “verdade”. Além disso, o fato de culminar na “verdade” resultaria em uma ciência neutra e equânime, livre de qualquer responsabilidade social.

Alguns professores descartam, ainda que sutilmente, a propriedade de evolução de um conceito e alguns distorcem essa evolução de forma confusa. Abaixo apresentamos um exemplo dos diálogos dos professores, onde E refere-se à fala do entrevistador e P à fala do professor em questão (1, 2, 3, etc.):

P1: Evolução, né? Sim, elas vão evoluindo né, então você nota que isso vai acontecendo né. Existem teorias que tão prontas ali, né e que você já não mexe mais. Mas existe algumas teorias ainda que você ainda vai mexendo e vai descobrindo...

E: E elas vão mudando?

P1: Vão mudando de acordo com as tecnologias né.

A ideia de teorias que estejam “prontas” ou a ideia de “mexer” em teorias até que não tenham nada além para “descobrir”, adequa-se a uma concepção linear e ahistórica, pelo fato de entender uma construção sucessiva e linear. Essa concepção pode ser vista como consequência dos problemas associados ao indutivismo, que apresenta ainda um caráter doutrinário:

“Meu ponto de vista é o de que as várias dificuldades da lógica indutiva aqui esboçadas são intransponíveis. O mesmo acontece, temo eu, com as dificuldades inerentes à doutrina, tão em curso hoje em dia, segundo a qual a inferência indutiva, embora não “estritamente válida”, pode atingir algum grau de “confiabilidade” ou “probabilidade” (Popper, 1993, p. 29).

Como já sugerido anteriormente, a maioria das concepções que foram expostas nos diálogos com os professores são concepções que se aproximam de um indutivismo ingênuo, que costuma aparecer por meio de inferências indutivas. Essas inferências são, em sua maioria, tentativas logicamente incoerentes de buscar a universalização do conhecimento científico por meio da construção de leis e enunciados particulares, ou “microscópicos”, a partir de enunciados gerais ou “macroscópicos”. Abaixo apresentamos um diálogo de um professor que demonstra essas inferências indutivas e também que remete à serendipidade:

P3: [...] Algumas outras coisas também foram descobertas por acaso, mas a maioria das coisas... nada se faz dum dia pro outro assim, sempre tem que tá ali focando, estudando bastante, pra conseguir desenvolver um conhecimento ou achar uma teoria, desenvolver uma teoria. Que nem o Einstein fazia, ficava dias e noites verificando o trabalho de outras pessoas... era tipo... era um físico teórico né... verificando o trabalho de outras pessoas pra conseguir, é... fazer suas teorias, essas coisas.

Supostamente então, se o acaso não “colaborasse”, Einstein buscaria exaustivamente no trabalho de outros cientistas, enunciados gerais que pudessem ajudá-lo a definir os enunciados particulares ou ainda “leis” da Relatividade. Essas suposições adequam-se ao que Popper (1993) nega com veemência como a possibilidade de “provar” uma teoria a partir de enunciados gerais:

“Nunca suponho que possamos sustentar a verdade de teorias a partir da verdade de enunciados singulares. Nunca suponho que, por força de conclusões “verificadas”, seja possível ter por “verdadeiras” ou mesmo por meramente “prováveis” quaisquer teorias” (Popper, 1993, p. 34).

Outra característica que aparece no discurso com concepção linear e ahistórica é a sugestão de que houve épocas em que a ciência estava no seu “auge”, relacionando isso com a produção tecnológica de então. Ou seja, para aqueles que compreendem a ciência dessa forma, se numa determinada época a ciência deu subsídios para que algum aparato tecnológico fosse elaborado, a ciência estava “ascendendo” e, se não houvessem tecnologias sendo produzidas naquele instante, ela estaria “em declínio”. Abaixo apresentamos alguns trechos que sugerem isso:

P5: [...] Então vamos dizer assim, você tinha umas ideias... a história passa isso que, no final de 1800, entre 1800 e 1900 que foi o auge da ciência se a gente analisar essa questão assim, então teve muitas ideias construtivistas, os iluministas, então tudo isso contribuiu, certo... pra essa liberdade do poder.

P1: Olha, vamos falar bem, bem a verdade né. Ali na... na... dentro das ciências né, a gente já não consegue mais acompanhar a tecnologia né... você tá... você tá trabalhando as tecnologias, a ciência né, falando sobre... mas você hoje já não consegue acompanhar tanto a tecnologia porque o crescimento tá muito grande né, a tecnologia tá avançando muito...muito rápido. E você não consegue jogar as duas coisas ao mesmo tempo né.

P1: Uma depende da outra, né. Mas a tecnologia assim ela tá... na frente da ciência, tem muita coisa que a gente já não sabe mais.

E: Então na verdade você acha que a gente deveria atualizar a ciência, por causa que a tecnologia está sendo atualizada e a ciência está ficando para trás?

P1: Sim.

Apesar de as concepções possuírem, ainda que sutilmente, características em comum, estas foram analisadas de forma separada, buscando destacar os pontos mais específicos de cada uma. Dessa forma, nessa seção buscamos salientar as principais características da concepção linear e ahistórica, porém algumas similaridades poderão ser notadas nas falas dos professores em relação a diferentes concepções.

Nessa perspectiva, uma característica que também pode estar presente na concepção linear e ahistórica é visão elitizada da atividade científica, seja voltada para *quem pode ser* ou *que é necessário para ser* um cientista, ou na tentativa de defender que um cientista teria qualidades supra-humanas que o diferenciasses das “pessoas comuns”.

4.2 A concepção elitista

As falas que se aproximam da concepção elitista têm por características principais: compreender que a ciência é feita por uma classe de seres humanos privilegiados com habilidades que os diferem das “pessoas comuns”, compreender a ciência baseada em estereótipos que determinam quem integra e pertence à comunidade científica, e que frequentemente considera esses integrantes como pessoas neutras e compromissadas exclusivamente com o progresso da ciência.

Enquanto na seção anterior mostramos que a concepção linear e ahistórica era exposta com mais frequência nos diálogos provindos da pergunta que relacionava a evolução dos conceitos científicos, no caso específico da concepção elitista foi um pouco diferente. Essa concepção aparece mais frequentemente na pergunta que envolve a afirmação sobre quem construiu o conhecimento científico ao longo dos anos,

porém, por vezes de modo mais sutil e às vezes de modo mais explícito, ela aparece em diversos momentos das falas dos professores.

Apresentaremos a seguir alguns trechos que mais se aproximam da visão elitista, iniciando com os que relacionam o cientista a um suposto ser humano privilegiado ou ainda superdotado, genial:

P6: Bom, é... na maior parte das vezes o cientista tem uma visão um pouquinho mais aguçada, da parte lógica de conhecimento. Aí ele acaba se sobrepondo em relação à pessoa comum. [...] em função de ele ter um raciocínio lógico mais rápido, ele acaba percebendo as coisas um pouquinho antes da outra pessoa, então isso adianta ele um pouco, na verdade.

P7: [...] Isso, tem aquelas pessoas superdotadas que tem uma visão muito ampla, até melhor do que as outras né [...]

P9: [...] Ele é mais inteligente que os outros? Não, ele simplesmente consegue ver... como dizia na minha época de criança, tinha o Thundercats, não sei se é da tua época também... [...] Tinha a espada lá que era a visão além do alcance né. Então eu acho que o cientista daquela área, no caso de Física, consegue enxergar além daquilo que uma pessoa... que uma pessoa normalmente vê, além de ter uma quebra natural de concepções... erradas né, que a gente chama de misconceptions né. Então o cientista não tem aquela ideia errada, ou pelo menos não devia ter, daquilo que ele vê.

Percebemos assim como essa visão é comum mesmo entre professores, que supostamente deveriam estar passando aos alunos uma visão mais adequada da atividade científica e do próprio cientista. Ao contrário, acabamos vendo um discurso de apelo à autoridade o que, como lembra Popper, é totalmente desnecessário mesmo no contexto epistemologicamente incipiente (e equivocado) da gênese da ciência moderna:

O nascimento da ciência e tecnologia modernas inspirou-se nesta epistemologia otimista, cujas figuras mais proeminentes foram Bacon e Descartes. Esses filósofos ensinavam que não havia necessidade de apelar para a autoridade em assuntos relacionados com a busca da verdade porque cada homem traz consigo as fontes do conhecimento: seja na sua capacidade de percepção pelos sentidos, que pode utilizar ao observar cuidadosamente a natureza, seja no poder da intuição intelectual – que empregará para distinguir a verdade da falsidade, recusando-se a aceitar qualquer ideia que não seja clara e distintamente percebida pelo intelecto (Popper, 2008, p. 33).

O cientista não precisa levar o estigma de autoridade científica para que se interesse por ciência. Ele não precisa ter nenhum superpoder, pois o que necessita ele traz consigo e usa o que tem a favor do seu intelecto, seja durante uma pesquisa científica, mas também em toda sua compreensão do mundo, por ser um ser social que se difere unicamente por sua profissão.

Além dessas especificidades iniciais da concepção elitista, as falas dos professores expuseram trechos que sugerem uma ciência feita por pessoas abastadas e, em alguns casos, enfatizaram a importância da comunidade científica, estruturada a partir de uma quase autarquia. Abaixo apresentamos alguns trechos que sugerem isso.

P1: [...] geralmente os cientistas mesmo que descobriram outras teorias, eles só trabalhavam focado em cima das descobertas deles né... não tinham outras ocupações[...]

P2: [...] pessoas comuns normalmente se resumem a meros usuários de coisas e um cientista ele não pode ser um mero usuário, ele além de usar ele tem que questionar [...] Pessoas comuns não param pra ficar, é... procurar entender algo que não conhecem ou que não tenham um interesse específico naquilo. As pessoas comuns só se preocupam com aquilo que é de interesse e que satisfaça alguma necessidade, alguma curiosidade específica, fora disso, são poucos os que se dedicam a aprofundar conhecimento num campo que não seja do interesse específico, que venha a trazer algum retorno pra ela, né.

P6: É... eu até em relação a isso eu sempre postulo que grandes cientistas acabam não tendo um laço familiar e uma estrutura particular, porque eles dedicam muito tempo ao conhecimento científico e muito pouco tempo ao seu ser como pessoa na verdade né. Então realmente grandes cientistas eles acabaram não se dedicando a outra coisa a não ser a ciência, então a pessoa que precisa trabalhar no dia-a-dia tem menos chance de conseguir ser um grande cientista.

Esses trechos apresentam o cientista como diferente das outras pessoas, e com atividades específicas que supostamente o distanciam de ser um cidadão, inserido em uma sociedade com uma função específica, desconsiderando a atividade científica como um trabalho, uma profissão.

Esses trechos sugerem que aqueles que não forem abastados ou que forem “pessoas comuns” não serão cientistas. Nesse caso podemos indicar dois problemas centrais: o de limitar a maioria das pessoas (e, no caso dos professores abordarem isso em sala, os seus próprios alunos) como devendo possuir condições específicas para se tornarem cientista, e a ideia de ascensão que o cientista possui, algo que supostamente excederia os limites humanos. Essa visão pode agravar questões inevitáveis de valoração social da ciência. Nesse sentido, Popper destaca, possivelmente preocupado: “minhas dúvidas aumentam quando me dou conta de que sempre será questão de decisão ou de convenção saber o que deve ser denominando “ciência” e quem deve ser chamado “cientista” (2008, p. 54).

Também percebemos, nas falas dos professores, algumas sutilezas que se aproximam da ideia de que o cientista possuirá, invariavelmente, uma autoridade científica que lhe permite fazer coisas que as “pessoas comuns” não fazem. Abaixo apresentamos alguns desses trechos:

P7: Que para ser cientista ela tem que seguir um padrão, por isso o nome cientista né, tem que estar dentro da ciência.

P9: Então ninguém vai deixar uma pessoa que é... eu por exemplo, ninguém ia me deixar entrar num laboratório lá daqueles de Física de partículas lá da Alemanha tal, só se o cara tiver um doutorado, coisa assim e aí pra dizer; que que você tá fazendo aqui?

O cientista então seria alguém aliado à uma comunidade específica. O problema, claro, não consiste na sugestão de existência de uma comunidade científica, o que de fato existe, assim como existe a comunidade dos esportistas, dos professores, dos bombeiros, etc. (Fleck, 1986). E também não consiste em se apontar

as características dos membros que constituem essa comunidade. O problema é com a possível noção de que existe uma comunidade de pessoas especiais que excluirá aqueles que não tiverem as qualidades supra-humanas para dela participar, que somente alguns privilegiados pela natureza (no caso dos “gênios”) ou pela sociedade elitista (os filhos abastados que só precisam estudar) poderiam fazer parte.

Algumas falas dos professores também sugerem que os cientistas são dotados de uma neutralidade que os eximem dos papéis sociais, levando à noção de que os cientistas têm como única ocupação e objetivo o progresso científico. Caracterizamos essas visões como parte da concepção estritamente utilitarista.

4.3 A concepção estritamente utilitarista

As falas dos professores que mais se aproximam da concepção estritamente utilitarista têm por características: entender a ciência como objetivando apenas o avanço tecnológico (no sentido de “criar” novas tecnologias e também de “atualizar” as que estão quase obsoletas) e de promover um bem-estar social igualitário para toda a humanidade. A concepção estritamente utilitarista apresenta ainda um discurso que expõe a ciência como responsável por “integrar” a sociedade em uma relação de troca, onde aproveitamos tudo o que a ciência produz, porque tudo que é científico é por nós utilizado no cotidiano.

Vale ressaltar que não intencionamos indicar que a ciência não contribui para produção tecnológica ou que a ciência não confere condições favoráveis à sociedade. O que verificamos em algumas falas dos professores, é a sugestão de que a ciência possui única e exclusivamente esse objetivo.

Apresentamos na sequência algumas falas que mais se aproximam de uma concepção estritamente utilitarista, inicialmente expondo os que relacionam a ciência com o propósito exclusivo do avanço tecnológico, chegando em sugestões que apontam para uma visão utilitarista.

P1: Hmm... hoje ciência é tudo né... na minha concepção, né. Porque conforme a tecnologia tá avançando né, só... a ciência mesmo pra poder explicar tudo que tá acontecendo né.

E: Qual a relação entre ciência e tecnologia?

P2: Toda [enfático]. Eu acho que a relação ela é total. Não tem como dizer, eu não diria, quem promove o desenvolvimento, qual das duas promove o desenvolvimento na outra.

Essas concepções remetem ainda a um instrumentalismo, por conceberem a ciência como um instrumento que busca o “auge”, cujo produto natural é a tecnologia. Essa visão pode ainda ser associada a um indutivismo pelo fato de que, quando associamos a ciência à produção tecnológica, damos a ela uma maior possibilidade de teste e, para um indutivista ingênuo, supostamente ao ser testada, uma teoria científica aproxima-se mais da “realidade”.

Apresentamos na sequência alguns trechos adicionais que se aproximam também da visão de ciência como utilitarista, porém com o acréscimo de entender essa utilidade como busca do bem-estar social:

P6: A ciência na verdade ela tem dois fundos né. Ela tem um fundo teórico que é voltado pra questão de princípios ideológicos de cada uma e a segunda parte voltado pra questão tecnológica, desenvolvimento tecnológico, então ela abrange duas partes. Ela pode ser de cunho filosófico e aí de cunho tecnológico.

P8: A ciência serve para melhorar a vida da gente, para ter novas descobertas

em relação à questão de saúde, questão de transporte, questão de... uma melhoria mesmo na vida da gente, para que a gente possa ter uma vida mais... como é que eu vou te dizer... com mais qualidade, com mais eficácia, pra que a gente possa ter conhecimentos diferentes, buscar coisas diferentes também.

Conforme exposto a partir das falas dos professores, a concepção estritamente utilitarista compreende a ciência como instrumento neutro, relacionado à produção tecnológica para a promoção do bem-estar social. Possivelmente essa concepção está intrinsecamente relacionada à ideia de que a ciência adquire sua eficácia ao seguir um processo específico, composto por etapas enumeráveis que, uma vez seguidas, levam à “verdade”. Essa concepção, caracterizada aqui como metódica, sugere que a ciência é regulamentada e esquematizada pelo supostamente aclamado e eficaz “método científico”.

4.4 A concepção metódica

As principais características da concepção metódica são: a compreensão da ciência como detentora do “método científico”, como uma forma eficaz de se aproximar da verdade, a compreensão da atividade científica como uma asserção processual e detentora dessas verdades, e a crença de que, quando o método científico é bem executado, esse legitima uma teoria científica, sendo capaz ainda de “provar” que essa é verdadeira.

Apresentamos a seguir as falas que mais se aproximam dessa concepção:

P1: [...]as outras pessoas elas vão adquirindo conhecimento por alguém, mas o cientista não né. Ele vai pesquisando, vai descobrindo, vai fazendo suas etapas né, dos seus métodos né, chegando à determinadas conclusões aí, né.

E: É possível afirmar que a ciência só se consagrou devido à utilização do método científico? Comente.

P1: Sim! Sim, né. É... a partir do momento que você têm confirmado os processos né, então o método serve para você seguir ele né. E o método você pode passar para qualquer pessoa daí depois né. Então, eu acredito assim que o método científico ele veio assim pra ajudar você a resolver muitos e muitos problemas...que você, às vezes, depara e você voltando no método, você resolver né...

E: Você acha que ele consegue consagrar essas ideias?

P1: Sim, sim.

P2: [...]antes desse método, antes de digamos, se instituir, se aplicar o método científico, também se produzia conhecimento. Mas talvez de uma forma que não fosse tão eficiente, ou que, digamos, a gente tivesse muitas tentativas e erros que talvez utilizando o método a gente possa já descartar, refutar, ou então reafirmar, né... utilizando o método.

Popper (1993) sugere que a visão de ciência centrada no método provém do positivismo, que ele trata como uma consequência do indutivismo ingênuo que vê no suposto método o maior triunfo da ciência na busca pela verdade. Popper ainda coloca, sobre o positivismo: “se não admitirmos como significativos quaisquer problemas, a não ser os relativos à ciência natural, qualquer debate em torno do conceito de

“significação” mostrar-se-á sem significação” (1993, p. 53).

Apresentamos a seguir mais algumas falas que endossam essa visão:

P4: O cientista[...] vai ter de diferencial das outras pessoas que ele vai estar utilizando um método racional pra buscar explicação pra um determinado fenômeno. [...]O método científico é a forma que você vai provar alguma coisa. Então, você pode provar que aquela teoria é verdadeira e você pode provar que ela é falsa [...]eu acredito que o método científico utilizado é até mais importante que a ciência em si. [...]

P5: [...] A metodologia. Ele é muito metódico, ele tem que seguir uma certa regra, ele segue muito à risca aquilo que tá escrito, certo. Ele tenta provar alguma coisa e para isso ele tem que seguir um método, uma regra, um caminho. E nós, digamos assim, não seguimos essa... nós vamos por intuição. O cientista não vai por intuição, ele vai hoje, através de métodos. Essa seria a ideia. [...]Então isso que eu digo assim, foi provado “ah você faz igual, tu chegou então faz igual”... então se criou-se [sic] esse método de repetir o que tava sendo feito e aí como viram que dava certo, né, aí a ciência ficou uma metodologia.

P7: [...] Que para você fazer ciência você tem que ter um método né, tem que seguir aquilo. [...]método científico é isso; provar se tá certo ou tá errado. Algumas vezes pode mostrar que tá errado, daí se cria outro método né, pra descobrir aquilo. Por isso que existe tantas áreas na Física né.

A partir da visão de um método científico onipresente e onipotente, não deverá ser muito difícil pensar que qualquer cientista que, dentro da história da ciência, em algum determinado momento não tenha utilizado fielmente o método científico, teve sérios problemas com aqueles a quem apresentava suas ideias. Popper, buscando indicar mais uma vez como os positivistas se utilizam da significação defendendo a distinção da ciência, lembra-nos dos possíveis problemas enfrentados por Albert Einstein, quando suas ideias contrastavam contundentemente com a mecânica newtoniana:

“Em verdade, jamais pode ser apresentada uma refutação conclusiva de certa teoria, pois sempre será possível afirmar que os resultados experimentais não são dignos de crédito ou que as discrepâncias que se afirma existirem entre os resultados experimentais e a teoria são apenas aparentes e desaparecerão com o avanço de nossa compreensão. (Na luta contra Einstein, ambos esses argumentos foram usados com frequência, em defesa da mecânica newtoniana[...]). Caso alguém insista em prova estrita (ou estrita refutação) em ciências empíricas, esse alguém jamais se beneficiará da experiência e jamais saberá como está errado” (Popper, 1993, p. 52).

Diversos autores já apontaram os problemas com uma concepção indutivista e metódica da ciência e suas consequências perniciosas ao ensino (ver, por exemplo, Moreira e Ostermann, 1993, Fernández et al., 2002, Peduzzi e Silveira, 2006). O que nos chamou a atenção foi como essa visão é frequente entre os professores.

5 Considerações Finais

A partir das entrevistas realizadas, uma identificação importante que podemos fazer, ancorada na filosofia da ciência de Karl Popper, foi a preocupante indicação de que as concepções dos professores entrevistados estão relacionadas a concepções inadequadas da atividade científica, que podem ser propaladas por sua prática educativa (Fernández et al., 2002).

Sugerimos que essas concepções inadequadas poderiam ser minimizadas se no processo de formação dos professores fossem trabalhados temas relacionados à Natureza da Ciência de modo contundente. Dessa forma, pensando em pesquisas futuras, defendemos enfaticamente que estratégias devam ser elaboradas de modo a atacar frontalmente as visões tidas por inadequadas frente ao que aprendemos ao longo do último século sobre a atividade científica.

No final do século passado alguns autores lembravam que talvez fosse interessante começar a ensinar física do século XX nas escolas, antes que o século acabasse (Zanetic, 1989). Talvez devamos agora insistir também em começar a ensinar não apenas os resultados da ciência, mas também ensinar *sobre* ciência (Matthews, 1995, p. 166), antes que tenhamos uma sociedade de pessoas alheias a uma de suas atividades mais frontalmente determinantes de seu próprio modo de ser. Preocupar-se com essas questões deveria ser tão parte do ensino de ciência como o é seus saberes específicos, para que formemos pessoas mais consciente dos limites e alcances da ciência.

Referências

- [1] CHIZZOTTI, Antonio. *A Pesquisa Qualitativa em Ciências Humanas e Sociais: Evolução e Desafios*. Revista Portuguesa de Educação, 2003.
- [2] FLECK, L. *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Madrid: Alianza Editorial, 1986.
- [3] FLICK, Uwe. *Introdução à pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- [4] GIL, Antonio Carlos. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. Editora Atlas, 2008.
- [5] GIL-PÉREZ, D. et. al. *Para uma imagem não deformada do trabalho científico*. Revista Ciência e Educação, 7 (2), 125 (2001).
- [6] FERNÁNDEZ, I.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA J. *Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza*. Enseñanza de las Ciencias, 20 (3), 477 (2002).
- [7] HARRES, J. B. S. *Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino*. Investigações em Ciências, 4 (3), 197 (1999).
- [8] KÖHNLEIN, J.; PEDUZZI, L. O. Q. *Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 22 (1), 36 (2005).

- [9] LAKATOS, I. *O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica*. In: I. Lakatos; A Musgrave (Org.). *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix, EDUSP, 1979.
- [10] MATTHEWS, M. R. *História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação*. Caderno Catarinense de Ensino de Física, 12 (3), 164 (1995).
- [11] MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. *Sobre o ensino do método científico*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 10 (2), 108 (1993).
- [12] OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. *O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência*. Revista Ciência & Educação, 14 (1), 67 (2008).
- [13] PEDUZZI, L.O.Q; SILVEIRA, F.L. *Três Episódios de Descoberta Científica: Da Caricatura Empirista a Uma Outra História*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 23 (1), 26 (2006).
- [14] POPPER, Karl. *A Lógica da Pesquisa Científica*. Editora Cultrix, 1993.
- [15] POPPER, Karl. *Conjecturas e Refutações*. Editora Universidade de Brasília, 5ª ed, 2008.
- [16] SILVEIRA, Fernando Lang da. *A Filosofia da Ciência de Karl Popper: O Racionalismo Crítico*. Caderno Catarinense de Ensino de Física, 13 (3), 197 (1996).
- [17] ZANETIC, J. *Física também é cultura*. Tese de doutorado. FEUSP, São Paulo, 1989.