

Questões essencialistas na pesquisa sobre concepções de natureza da ciência e suas limitações: uma análise do VNOS a partir da filosofia da linguagem de Wittgenstein

Essentialist questions in the views of nature of science research and its limits: the VNOS questionnaire analyzed by the Wittgenstein's philosophy of language

Maristela do Nascimento Rocha

Universidade de São Paulo
maristela.rocha@usp.br

Ivã Gurgel

Universidade de São Paulo
gurgel@if.usp.br

Resumo

Ao elaborar intervenções didáticas que dialogam com a experiência, a construção de questões a serem feitas aos participantes é inevitável, já que a linguagem é o único meio que temos para acessar suas ideias. Tais questões se materializam na elaboração dos mais diferentes tipos de questionários e entrevistas já conhecidos e refletem uma concepção de linguagem e da natureza daquilo que se deseja acessar. A utilização de questionários padronizados para a avaliação de concepções sobre natureza da ciência é uma tendência atual, principalmente influenciada por aspectos consensuais, que tem sofrido duras críticas na literatura e refletido uma tensão entre o universal e o particular. Este trabalho parte de uma superação desta tensão ao trazer uma crítica à concepção de linguagem predominante nestas pesquisas, que se manifesta na formulação de questões generalizáveis, a partir da segunda fase de pensamento do filósofo da linguagem Ludwig Wittgenstein. Apontaremos os limites deste tipo de questão por meio de uma análise pragmática do questionário VNOS, devido à sua grande difusão.

Palavras chave: Wittgenstein, natureza da ciência, filosofia da linguagem, pesquisa qualitativa.

Abstract

Elaborating questions in empirical science education research is inevitable, since language is the only mean to access participant's ideas. These questions are expressed in different well known kinds of questionnaires and interviews which are based on view of the role of language to access participant's knowledge and its nature. The use of standardized questionnaires is a current tendency in nature of science research under the influence of consensual aspects of the nature of science. On the other hand these aspects have been much criticized, implying a universal-particular tension. This work starts overcoming that tension by leveling some criticism to the dominant conception of language, which is revealed in questionnaires' generalized questions, based on the Wittgenstein's philosophy of language.

The limits of that kind of question will be pointed out through a pragmatic analysis of the pervasive VNOS questionnaire.

Key words: Wittgenstein, nature of science, philosophy of language, qualitative research.

O questionário na pesquisa sobre natureza da ciência

Em uma pesquisa empírica no ensino de ciências, fazer questões aos participantes é inevitável, uma vez que apenas por meio da linguagem podemos acessar seus conhecimentos, pensamentos, concepções etc. Por isso, a elaboração de questionários e entrevistas nos mais diferentes estilos é essencial para a pesquisa qualitativa. Por outro lado, os métodos de pesquisa não são apenas ferramentas para a coleta de dados, mas também expressão das próprias convicções epistemológicas dos pesquisadores. É preciso, portanto, dar atenção ao fato de que toda pergunta está fundada em uma visão de qual é o papel da linguagem no acesso às ideias dos participantes e também da natureza daquilo que se quer acessar.

Com relação à compreensão de conceitos teóricos da física, por exemplo, se há a certeza de que sua natureza é fundamentalmente matemática, então não serão elaboradas questões com outra perspectiva. Além disso, se for considerado ainda que um conceito possua apenas uma única definição, essa visão levará à elaboração de questões generalizáveis, tais como: o que é distância? Por outro lado, se um conceito como ‘cultura’ for considerado sem uma definição universal, então, não se pode perguntar a alguém ‘o que é cultura’ esperando obter uma resposta correta ou que sirva para qualquer contexto, pois ela virá certamente de um ponto de vista, de uma perspectiva teórica, dificultando a análise; o que deverá levar à elaboração de questões que não solicitam uma resposta generalizável. É evidente que para alguns casos será possível fazer generalizações e para outros não; o que, mais uma vez, dependerá da natureza do saber a ser acessado e dos objetivos do pesquisador.

Embora esta reflexão possa ser apropriada em diferentes níveis pelos diversos saberes a serem acessados, neste trabalho priorizaremos os questionários que buscam acessar aquilo que foi aprendido pelo sujeito após uma sequência didática, observando em que medida a generalização é possível. Atualmente, em uma primeira aproximação, os conteúdos a serem ensinados nas ciências naturais são: conceitos teóricos da ciência, natureza da ciência e suas relações com a tecnologia e sociedade (SASSERON e CARVALHO, 2011). Ainda que possamos trazer importantes reflexões sobre os questionários que se propõem a avaliar os conceitos científicos, estes certamente ainda possuem um grau maior de generalidade dentro das teorias físicas. Desta forma, neste trabalho priorizaremos as questões sobre natureza da ciência e sobre as implicações sociais da ciência, que tem sido alvo de muitas discussões devido à sua grande complexidade (MATTHEWS, 2012; IRZIK e NOLA, 2011). Refletiremos sobre a natureza do conhecimento que se quer avaliar, principalmente devido à propagação de questionários padronizados nas pesquisas sobre esse tema. Embora este trabalho priorize os questionários, ele também se dirige a questões generalizáveis feitas em qualquer tipo de avaliação.

Em uma recente revisão sobre o estado da arte da natureza da ciência no currículo de ciências, Hodson (2014) aponta uma grande quantidade de questionários elaborados para a avaliação de visões sobre natureza da ciência. Os questionários mais recentes apontados por Hodson são: COST (Conceptions of Scientific Theories Test) de Cotham e Smith (1981), VOSTS (Views on Science-Technology-Society) de Aikenhead et al. (1989), the Nature of Science Survey (Lederman e O'Malley, 1990), The Nature of Science Profile (Nott e

Wellington, 1993) e o VNOS (Views of Nature of Science) de Lederman et al. (2002).

O questionário VNOS será privilegiado neste trabalho por estar fundamentado na concepção multidimensional da natureza da ciência, que representa 81% das pesquisas empíricas, segundo a revisão de Deng e colaboradores (2011). Trata-se de uma alternativa à visão unidimensional que considera a natureza da ciência como parte da estrutura cognitiva e como uma evolução contínua do empirismo ao construtivismo (Ibidem). A visão multidimensional tem como dimensões os aspectos consensuais da natureza da ciência (LEDERMAN et al., 2002), que surgiram da dificuldade em se fazer a seleção dos conteúdos em meio à diferentes posições filosóficas. Estes aspectos seriam as características das quais dificilmente se pode duvidar, e que, portanto, seriam o que há de fundamental a ser aprendido em um curso de ciências. São eles: a natureza empírica do conhecimento científico, a influência da teoria e da subjetividade na observação, diferenças entre leis e teorias, a imaginação e criatividade das práticas científicas, a natureza humana e social do conhecimento científico, a não existência do método científico correto e a possibilidade de mudança do conhecimento científico.

Os aspectos consensuais não deixam de estar conectados com a visão unidimensional, na medida em que consideram como ingênuas as visões mais empiristas e positivistas da ciência e como mais adequadas às visões construtivistas e relativistas (DENG et al, 2011). Nesse sentido, a natureza da ciência é vista como algo que está no indivíduo, em que as ideias ingênuas são associadas às suas concepções prévias e necessitariam passar por um processo de mudança. Estas ideias tiveram influência do movimento da mudança conceitual realizado nas pesquisas sobre compreensão conceitual (ibidem). Como consequência, há a generalização dos aspectos consensuais, em que, por exemplo, a natureza empírica da ciência estaria presente em qualquer contexto científico, dificilmente questionável pela filosofia da ciência atual. Essa generalização é o que fundamenta o estilo de questões presentes no VNOS e o que leva à construção de, por exemplo, a segunda questão do VNOS-C¹: o que é um experimento? (LEDERMAN et al, 2002).

Apesar dos avanços trazidos pela visão multidimensional, há limitações devido ao pressuposto de que os aspectos consensuais se adequam a qualquer contexto, simplificando o papel dos contextos na compreensão da natureza da ciência (DENG et al, 2011). Além disso, há uma série de críticas à visão consensual que vão justamente na direção de mostrar a diferença de significados nos diferentes contextos da ciência (IRZIK e NOLA, 2011). Como consequência, há uma tensão entre o particular e o universal. Neste trabalho, procuramos superar esta tensão ao argumentar que os aspectos consensuais trouxeram uma contribuição importante ao indicar a necessidade de encontrar pontos de vistas comuns para compreender a natureza da ciência, uma vez que encontrar uma base comum para o pensamento é o que permite a compreensão objetiva entre os indivíduos. Entretanto, argumentaremos que há um problema no que se entende por generalidade, que se manifesta tanto na natureza da natureza da ciência pela tentativa de encontrar definições e que conseqüentemente se reflete numa concepção de linguagem presente no questionário VNOS. Nos aspectos consensuais, o significado de generalizar um conceito está na possibilidade de defini-lo por meio de uma proposição, como mostraremos em mais detalhe nas próximas seções. No exemplo da natureza empírica do conhecimento científico, ser empírico significa ser derivado de observações e dados. Entretanto, o que significam observação e dados? Sabemos que nos mais diferentes contextos o sentido da palavra observação será diferente e que em outros contextos o significado de empírico pode ser diferente. Mas, sabemos também que a natureza

¹ O questionário VNOS possui diferentes versões (VNOS – A, B, C, D e E). Daremos exemplos da versão C, a mais completa e não adaptada como ocorre com os D e E (LEDERMAN, 2007)

empírica é sem dúvida uma característica a ser aprendida.

É essa concepção de essencialismo dos conceitos, ou seja, de que eles podem ser definidos por meio de uma regra clara e conseqüentemente ser aplicado a qualquer contexto, que leva às questões generalizáveis. Esta concepção essencialista possui uma razão mais profunda de ser, que é o fundamento numa concepção tradicional do significado das palavras: a concepção referencial da linguagem, em que as palavras se referenciam a objetos externos a elas, sejam eles empíricos, mentais ou acordos sociais². O filósofo da linguagem Ludwig Wittgenstein (1889 – 1951), em sua segunda fase de pensamento, ultrapassou essa concepção mostrando suas limitações para descrever todo o funcionamento da linguagem. Neste trabalho faremos a crítica ao essencialismo dos conceitos presente nas pesquisas sobre natureza da ciência, trazendo um breve estudo das ideias de Wittgenstein. Para tanto, realizaremos uma análise pragmática da linguagem do questionário VNOS-C, apontaremos suas limitações e traremos um novo olhar sobre o significado de generalidade.

O essencialismo das palavras e a crítica de Wittgenstein

“Mas a virtude, quanto ao ser virtude, diferirá em alguma coisa, quer esteja numa criança ou num velho, quer numa mulher ou num homem?” (SOCRÁTES. In: **Ménon** de Platão). Essa citação é parte de um diálogo de Sócrates que tinha como intenção encontrar a definição de virtude, em outros termos, encontrar aquilo que estaria presente em toda e qualquer pessoa virtuosa, encontrar a essência de virtude. Entre os objetivos dessa discussão, estava a questão de saber se a virtude é algo que pode ser ensinado, que deveria estar precedida pela questão: o que é a virtude? Ao final do diálogo não encontram solução para o problema.

Ludwig Wittgenstein inicia as Investigações Filosóficas (IF), publicada em 1957, livro que representa sua segunda fase de pensamento, trazendo críticas a esse modo de entender o significado das palavras, presente inclusive em sua primeira fase de pensamento. Para Wittgenstein, olhar para palavras como virtude e tentar encontrar uma essência reflete uma falta de visão panorâmica da linguagem, em outros termos, falta olhar para os diferentes modos em que a linguagem funciona. Se por um lado existem palavras que possuem uma referência, assim como a palavra ‘mesa’ possui o objeto mesa como seu referente, isso não significa que todas as palavras precisam funcionar do mesmo modo. A tentativa de buscar a essência é um dogmatismo causado pela generalização do uso referencial de algumas palavras para tudo o que chamamos de linguagem. A intenção de encontrar uma definição para um conceito é uma tentativa de encontrar algo a que a palavra se referencia. Do mesmo modo que entenderíamos o significado de mesa ao olhar o objeto representado por tal palavra, também compreenderíamos o que é virtude ao conhecer a proposição que a define. Mas:

(...) fazemos as coisas mais diferentes com nossas frases. Pensemos apenas nas exclamações. Com todas as suas funções distintas:

Água!

Fora!

Ai!

Socorro!

Bonito!

Não!

Você ainda está inclinado a chamar essas palavras de denominação dos objetos? (IF, §27)

² O significado de empírico mencionado para os aspectos consensuais da natureza é um exemplo de acordo feito entre os filósofos da ciência.

A concepção referencial da linguagem é limitada, uma vez que não é adequada para descrever todo o funcionamento da linguagem. Se, por outro lado, observamos como a linguagem funciona, veremos que “pode-se, para uma grande quantidade de casos de utilização da palavra ‘significação’ – se não para todos os casos de sua utilização – explicá-la assim: a significação de uma palavra é seu uso na linguagem” (IF, §43). Veremos que inclusive uma mesma palavra pode ter diferentes significados, como é o caso da palavra jogo. Há jogos de xadrez, de futebol, de ping-pong. E em cada contexto a palavra jogo terá um significado diferente.

E o que permitiria chamar a diferentes situações de jogos? Em outros termos, o que nos permite fazer generalizações? Ou ainda, aplicar o mesmo conceito a situações inclusive contraditórias? Não podemos dizer que o significado da palavra jogo seria então a soma de todos os jogos possíveis, pois quando aplicamos a palavra jogo ao contexto do basquete não nos vem o significado de todos os jogos possíveis, e também não podemos aprender todos eles. Wittgenstein, ao analisar a linguagem em funcionamento, mostrou que o que permite chamar a diferentes significados pela mesma palavra é “uma rede complicada de semelhanças, que se envolvem e se cruzam mutuamente. Semelhanças de conjunto e de pormenor” (IF, §66). Essas semelhanças, ele as caracteriza como semelhanças de família, tal como as características de uma família que pode estar em alguns membros e em outros não e que, inclusive, pode haver duas pessoas completamente diferentes na mesma família. Tal como o futebol que tem muitas semelhanças com o vôlei, mas menos com o xadrez e quase nenhuma com um jogo de cartas.

Aprender um conceito exige, portanto, a participação em diferentes aplicações dele, em um grau suficiente para formar uma rede de semelhanças, sem que seja necessário aprender todos os usos possíveis e permitindo que se possam criar e reconhecer usos em situações novas, pela possibilidade de comparação que essa rede de semelhanças traz. É possível haver até mesmo aplicações contraditórias do conceito, mas que se conecta às demais aplicações por meio de semelhanças que não precisam fazer parte de todos os usos. É importante ressaltar que a impossibilidade de encontrar uma mesma característica que defina todos os contextos de uso de uma palavra não impede que isso possa ser feito dentro de um contexto e para certas finalidades. A impossibilidade aqui se refere à independência da linguagem aos jogos de linguagem, termo usado por Wittgenstein para se referir à situações em que a linguagem está em funcionamento (analogia com jogos).

Ao observar o funcionamento da linguagem, nota-se também que existir diferentes significados não significa que eles sejam arbitrários. Os usos das palavras se fundamentam em uma normatividade presente na linguagem. Estes usos não estão totalmente regulamentados, não existem limites precisos, mas existem regras reguladoras. “Ele [o jogo de linguagem] não está inteiramente limitado por regras; mas também não há nenhuma regra no tênis que prescreva até que altura é permitida lançar a bola nem com quanta força; mas o tênis é um jogo e também tem regras” (IF, §68). A normatividade da linguagem é necessária, pois apenas a referência de uma palavra não é suficiente para estabelecer seu significado:

A definição do número dois ‘isto se chama dois’ – enquanto se mostram duas nozes – é perfeitamente exata. – Mas, como se pode definir o dois assim? Aquele a que se dá a definição não sabe então, o que se quer chamar com ‘dois’; suporá que você chama ‘dois’ este grupo de nozes! – Pode supor tal coisa, mas talvez não o suponha. [...] Isto é, a definição ostensiva pode ser interpretada em *casa caso* tal e diferentemente. (IF, §28, grifo do autor)

As normas da linguagem, por sua vez, também não são arbitrarias. Elas se conectam às formas de vida, às práticas extralinguísticas (IF, §202). E essa conexão se revela quando procuramos responder: como seguir as normas? Para compreender como seguir uma regra,

poderíamos pensar que bastaria interpretá-la. Porém, quando interpretamos expressamos palavras com outras palavras. Não podemos explicar como se segue uma regra por meio de outras palavras *ad infinitum*. Em algum momento será necessário mostrar como se segue a regra. Será necessária uma conexão com as formas de vida. Se qualquer conduta pudesse corresponder à regra, então não haveria regra e a linguagem não seria possível. “As interpretações não determinam sozinhas a significação” (IF, 198). A normatividade não se satisfaz sem um vínculo entre linguagem e ação: “onde é feita a ligação entre o sentido das palavras ‘joguemos uma partida de xadrez’ e todas as regras do jogo? Ora, nas instruções do jogo, na lição de xadrez, na práxis diária do jogo” (IF, §197).

O questionário VNOS³

A física pode ser vista como um grande jogo de linguagem e também como vários jogos de linguagem, uma vez que possui práticas bastante distintas com significados diferentes para as mesmas palavras (e.g. espaço), mas que se conectam por relações de semelhança de família, podendo ser chamadas de física em sua individualidade, mas também podem ser vistas como pertencentes a diferentes significados da palavra ‘física’. Uma visão panorâmica de seus jogos de linguagem nos permite perceber que mesmo havendo conceitos bastante precisos, tais como velocidade, que se aplica aproximadamente da mesma maneira em muitos jogos de linguagem, há outros que são muito mais complexos e parecidos como o exemplo do conceito de ‘jogo’ mencionado. É importante ressaltar que jogos de linguagem podem ser tanto diferentes áreas da física, como mecânica clássica e relatividade, como também diferentes ações realizadas com as palavras dentro destas mesmas grandes áreas, como formular hipóteses, criticar, analisar conceitos, fazer previsões etc. Além de haver outras situações que também podemos chamar jogos de linguagem.

Os conceitos tratados nos trabalhos sobre natureza da ciência, que também fazem parte da linguagem da física são complexos, no sentido de que seus significados são inúmeros. Como bem mostra a crítica de Irzik e Nola (2011) com relação ao conceito de método, ao se referir ao aspecto consensual que diz não haver um método científico:

Enquanto é certamente verdade que não há apenas um método científico na ciência no sentido de que não há um procedimento mecânico que determina passo a passo a produção de conhecimento, há metodologias gerais (tais como o método hipotético-dedutivo) e regras metodológicas (tais como aquelas que nos dizem para evitar a elaboração de pressupostos ad-hoc para salvar as teorias de refutações) que guiam as práticas científicas de uma maneira geral. (p. 592, tradução nossa)

Os aspectos consensuais possuem uma imagem do que significa a proposição ‘não há apenas um método científico’, relacionada ao seu significado mecânico. Ter uma imagem, para Wittgenstein, é como ensinar a alguém o significado de ‘fruta’ sempre com o significado de ‘maçã’. Em outras palavras, há uma generalização de uma das normas que faz parte do conceito de método e que reflete uma falta de visão panorâmica dos modos como o conceito de método se aplica na física. Para evitar esse dogmatismo, é necessário considerar que há diferentes sentidos para a palavra método e que sua generalização está na possibilidade de conhecer os diferentes jogos de linguagem em que esta palavra é usada para que o conceito de método possa se formar. Para isso, tampouco é necessário fazer descrições exaustivas como Irzik Nola (ibidem), na tentativa de dizer que o significado corresponde a todas as

³ A análise do questionário segue a tradição da análise pragmática do discurso. Para mais detalhes ver um exemplo de análise em ROCHA (2015)

características possíveis. Tampouco apenas as descrições são suficientes para compreender o que as diferentes normas pertencentes ao conceito significam, é necessária uma conexão com situações extralinguísticas. Em outras palavras, é necessária a participação em jogos de linguagem com estas regras para que se compreenda o que elas significam ou como segui-las. Claro que não é toda característica da ciência que precisa ter essa conexão, pois as relações de semelhança de família permitem graus de compreensão a partir daquilo que já se conhece, mas em algum momento ela é necessária.

O questionário VNOS (LEDERMAN et al, 2002) possui duas características predominantes: a generalização dos conceitos por meio de um essencialismo, em que estes possuem uma única definição, e a solicitação de descrições da ciência, que em outras palavras significa a enunciação destas definições. São exemplos de questões:

1. O que é, na sua visão, a ciência? O que faz a ciência (...) ser diferente de outras disciplinas de informação (e.g. religião, filosofia)?
2. O que é um experimento?
4. Depois de cientistas terem desenvolvido uma teoria científica (...), ela pode mudar?
5. Há alguma diferença entre teoria e lei científica? Ilustre sua resposta com um exemplo.
10. Os cientistas executam experimentos quando tentam encontrar respostas para questões que eles elaboram. Os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante suas investigações? (...) (p. 509)

Por essas duas características, o questionário traz duas grandes limitações. Uma, que já foi apresentada em outros trabalhos como já mencionamos: a não consideração dos diferentes significados das palavras. Essa limitação se dá, do ponto de vista deste trabalho, pela impossibilidade de encontrar uma essência a eles. Apesar de o questionário solicitar exemplos que ilustrem as respostas, só uma das regras pertencentes à normatividade dos conceitos da natureza da ciência será permitida (ou regras muito próximas), o que não avalia a aprendizagem conceitual, mas a memorização de regras. Isso traz também a implicação de retirar a autonomia do sujeito que aprende. Esta ocorreria pela formação da rede de semelhanças de família, mas ao invés disso há o aprendizado de aplicações bem determinadas. Claro que há um nível de compreensão mesmo neste caso, mas não há a formação do conceito.

A segunda limitação aparece na impossibilidade de conectar os enunciados solicitados a situações extralinguísticas, que se dá pela solicitação de descrições⁴. A descrição de exemplos em que a regra enunciada se aplica também se dá desconectada de situações extralinguísticas. Para observar a compreensão de um conceito seria necessário que o sujeito o expressasse em algum jogo de linguagem e não somente enunciasse as regras de sua normatividade. Por exemplo, não basta dizer o que significa a palavra experimento, é necessário também que ela esteja em funcionamento em algum jogo de linguagem para que possa ser compreendido. Por exemplo, permitir uma situação em que o sujeito possa participar do jogo de linguagem da crítica à mecânica clássica por meio da possibilidade de verificação experimental do conceito de espaço. E para isso, questões de outra natureza são necessárias. Não se perguntaria ‘o que é experimento’, mas se daria um contexto em que o sujeito pudesse colocar a linguagem em funcionamento e realizar ações com ela. Claro que nem todas as questões precisam ter essa conexão, pode haver outras com um olhar externo, mas em algum momento a participação em um jogo de linguagem é preciso para avaliar a compreensão conceitual.

⁴ É aqui também que aparece uma limitação à proposta de Matthews (2012), que elabora as características da ciência, mas sem conexão com jogos de linguagem.

Considerações finais

Os aspectos consensuais da natureza da ciência consistem, a nosso ver, uma grande contribuição para o ensino de ciências, por mostrar a existência de conceitos fundamentais para se falar da natureza da ciência, permitindo uma objetividade na formação do estudante e com isso, a possibilidade de comunicação. É necessária, entretanto, a percepção de que estes aspectos devem funcionar como guia para as práticas pedagógicas. Por exemplo, o aspecto consensual sobre a natureza empírica do conhecimento científico deve servir apenas como uma indicação de que é interessante abordar a natureza empírica de uma determinada situação didática, mas não deveria dizer qual é o significado de empírico que deve ser avaliado independente de um jogo de linguagem. Por isso, cada pesquisador deve elaborar seu próprio questionário, que pode se guiar pelos aspectos consensuais, mas não ser determinado por eles. É possível haver questões essencialistas, dependendo da finalidade, mas em algum momento a conexão com os jogos de linguagem é necessária para a compreensão.

Referências

- DEGN, F.; DER-THANQ C.; CHIN-CHUNG, T.; CHING, S. C. Student's views of the nature of science: a critical review of research. **Science Education**, v. 95, n. 6, 2011, p. 961-999.
- HODSON, D. Nature of science in the science curriculum: origin, development, implications and shifting emphases. In: M. R. MATTHEWS (Ed.), **International handbook of research in history, philosophy and science teaching**, 2014, p. 911 – 970.
- IRZIK, G. NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. **Science & Education**, v. 20, n. 7-8, 2011, p. 591 – 607.
- LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learner's conceptions of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 39, n. 6, 2002, p. 497 – 521.
- LEDERMAN, N. Nature of science: past, present and future. In: S. K. ABELL e N. G. LEDERMAN (Eds), **Handbook of research on science education**, 2007, p. 831-880.
- MATTHEWS, M. Changing the focus: from nature of science to features of science. In: M. S. KHINE (Ed.), **Advances in nature of science research: concepts and methodologies** (p. 3 – 26). Dordrecht: Springer, 2012.
- PLATÃO. **Mênon**. Tradução de Maura Iglésias. Rio de Janeiro, Ed. PUC-Rio; Loyola, 2001.
- ROCHA, M. A necessidade do pensamento filosófico para a compreensão da física: um estudo inspirado em Wittgenstein no contexto da mecânica newtoniana. **Dissertação de mestrado**. Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2015.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, 2011, p. 59-77.
- WITTGENSTEIN, L. **Investigações filosóficas**. Tradução de José Carlos Bruni. São Paulo: Nova Cultural. (Obra originalmente publicada em 1953).