

## Fazer ciência significa simplificar os problemas? Concepções de alunos de graduação e pós-graduação em Química de uma IFES pelo olhar bachelardiano

Ettore P. Antunes<sup>1,2</sup>, Luiz H. Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos, Câmpus São Carlos.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Amazonas, Câmpus Manaus.

### RESUMO

A partir das discussões de Bachelard sobre a complexidade do conhecimento no espírito científico contemporâneo, em contraposição ao modelo analítico de Descartes, foram realizadas entrevistas com 30 alunos de pós-graduação e aplicados questionários em 197 alunos de graduação, ambos da Química, com o propósito de compreender a concepção desses sujeitos sobre esse tema. Apenas 10% dos pós-graduandos apresentaram concepções adequadas sobre a complexidade da Ciência e no geral os graduandos apresentaram concepções confusas e mal refletidas. Assim, foi possível detectar que as concepções não se modificam significativamente considerando o tempo que os alunos estão na Universidade.

**Palavras-chave:** concepção de ciência; epistemologia bachelardiana; espírito científico.

### ABSTRACT

From the discussions of Bachelard about the complexity of scientific knowledge, as opposed to the analytical model of Descartes, were investigated the conceptions of 30 postgraduate students and were applied in 197 undergraduate students, both in Chemistry, on the subject. Only 10% of postgraduate shows adequated conception about the complexity of science and in general the undergraduates showed confused and ill-considered conceptions. As conclusion, the conception about science does not change significantly over time considering the ride along the University.

**Keywords:** conception of science; bachelardian epistemology; scientific spirit

## 1. Introdução

Um dos pilares das discussões de História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química é: a concepção de Ciência de um professor influencia diretamente no processo de ensino-aprendizagem que pratica (CAHCAPUZ, 2005). De uma maneira mais ampla, a Ciência que um cientista realiza nos laboratórios de pesquisa é reflexo da sua compreensão ou do seu pensamento, ou pior, da ausência de reflexões, sobre aspectos

estruturantes da Ciência, a saber: O que é Ciência? Como se validam os conhecimentos? O que é a Comunidade Científica? Entre outros aspectos.

Desde os escritos de Gaston Bachelard, compreendemos uma mudança radical do pensamento científico na virada do século XIX para o XX, denominado pelo filósofo como o “novo espírito científico” (BACHELARD, 1978a). Uma das principais características que definem a ruptura com o “espírito moderno” é a estrutura epistemológica utilizada para alcançar e estudar os fenômenos: de uma descrição passiva dos fenômenos para uma atitude ativa de criação dos objetos, ou seja, “na prática do laboratório é preciso preparar o fenômeno para o produzir” (BACHELARD, 1978b, p.20). Assim, em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas, ou seja, cabe ao esforço do cientista delimitar bem um problema.

Nesse processo de objetivação surge uma controvérsia com o pensamento de Descartes, bastante criticado por Bachelard. Um ponto central é o chamado vetor epistemológico: se para o seiscentista o pensamento científico deve ser dedutivo e analítico, isto é, dividir os problemas em pequenas partes solucionáveis, trazendo à tona os conhecimentos claros e distintos, como descrito na obra *Discurso do método*, para o novo espírito científico o caminho é inverso: o pensamento deve ser abstrato, indutivo e sintético, ou seja, é o permanente confronto entre pensamento e realidade que torna possível construir explicações para os fenômenos.

Com isso, Bachelard desloca a complexidade da construção do conhecimento científico do objeto para o ato de conhecer e seus obstáculos psicológicos, como diz o filósofo:

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos (BACHELARD, 2005, p.17).

Os obstáculos epistemológicos fazem parte da estrutura mental dos indivíduos e é frente à esses entraves que diversas pesquisas na área de Educação têm atuado, como o trabalho de Oliveira (2007), que identificou obstáculos em alunos do Ensino Básico no ensino de atomística. Já no trabalho de Larentis (2012), foi identificado os obstáculos pragmático e unitário em alunos de pós-graduação de um Programa dentre pós-graduação em Bioquímica. Em um âmbito geral, é nesse campo de identificação de obstáculos epistemológicos que a maioria dos trabalhos em Ensino de Ciências utiliza as teorias de Bachelard.

Entretanto, o enfoque deste trabalho é compreender o aspecto da complexidade do conhecimento contemporâneo *versus* à possível simplificação, organização e resolução de problemas, como diz Bachelard:

A dificuldade é própria da ciência, devido ao seu feitio peculiar indutor, criador, dialético. A ciência contemporânea é objetivamente difícil. Ela não pode mais ser simples. (BACHELARD, 1977, p.244)

Assim, o presente trabalho teve como objetivo investigar a concepção de Ciência de alunos de graduação em Química (Bacharelado e Licenciatura) e de alunos de pós-graduação em um Programa de Química de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) no estado de São Paulo, frente às definições de espírito científico moderno ou contemporâneo quanto à complexidade da construção do conhecimento.

## 2. Metodologia

Para acessar o pensamento de alunos de graduação e pós-graduação sobre a complexidade (ou simplicidade) da construção do conhecimento científico, foram utilizados um questionário de escala Likert, aplicado em 197 alunos de graduação, e um roteiro de entrevista criado para esta finalidade, aplicado em 30 alunos de pós-graduação.

No questionário, foram criadas duas afirmações sobre as quais os alunos deveriam decidir por sua concordância: DT - discordo totalmente, D - discordo, N - não sei ou nunca pensei sobre isso, C - concordo e CT - concordo totalmente. Apesar de a maioria dos trabalhos que utilizam a escala Likert adotarem a opção central como “neutro” ou “indiferente”, optamos por modificá-la, uma vez que o aluno admitir que “nunca pensou sobre” ser um resultado importante para a pesquisa. As duas afirmações feitas foram: a) Afirmação 1: A ciência busca simplificar os problemas, dividindo-os em pequenos, mais simples e possíveis de resolver; b) Afirmação 2: Fazer ciência implica em expandir e tornar mais complexas as formas de pensar um fenômeno.

Nas entrevistas, foi feita a seguinte pergunta: “A ciência, fazer ciência, simplifica os problemas ou os deixam mais complexos?”. Para a análise das entrevistas, foi utilizada a técnica de Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2009), e assim foram criadas 3 categorias que descrevem as falas dos entrevistados, nas quais foram identificadas as unidades de significado que possibilitaram a categorização.

## 3. Resultados e Discussões

Foram entrevistados 30 indivíduos no total, sendo: 7 alunos de pós-doutorado (pós-doc), 18 alunos do curso de doutorado e 5 alunos de mestrado. Os entrevistados foram escolhidos de maneira aleatória, das diferentes áreas de concentração da Química e para cada entrevistado foi criado um código, formado pela letra P de pós-doc, D de doutorado e M de mestrado, seguindo de um número, por exemplo D1, D2, D3... ou M1, M2, M3, e assim por diante.

Quanto aos alunos dos cursos de Licenciatura em Química e Bacharelado em Química, foram aplicados questionários em 197 indivíduos no total, distribuídos ao longo dos cursos, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Alunos de graduação descritos pelo ano de ingresso nos cursos.

	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009
Bacharelado	45	28	25	17	9	4	1	0	1
Licenciatura	21	23	4	7	5	3	2	1	1
Total	66	51	29	24	14	7	3	1	2

As respostas dadas pelos alunos às duas questões propostas estão nas Tabelas 2 e 3. Nelas estão dispostas as frequências das respostas dadas para cada tópico da escala Likert, distribuídas pelos cursos Licenciatura ou Bacharelado (para todos os anos de ingresso) e distribuídos pelos anos, independentemente do curso. A última coluna mostra o Ranking Médio (RM), que representa a tendência das respostas dadas levando-

se em conta um valor atribuído para cada ponto da escala: DT = 1; D = 2; N = 3; C = 4 e CT = 5.

**Tabela 2.** Respostas para a Afirmação 1: A ciência busca simplificar os problemas, dividindo-os em pequenos, mais simples e possíveis de resolver.

Item/conjunto	Frequência de Distribuição na escala Likert					RM
	DT	D	N	C	CT	
Bacharelado	1	23	18	69	19	3,6
Licenciatura	1	10	19	28	9	3,5
2017	0	10	17	30	9	3,6
2016	1	6	9	27	8	3,7
2015	0	5	4	15	5	3,7
2014	1	3	4	12	4	3,6
2013	0	4	2	8	0	3,2
2012 ou antes	0	4	1	6	2	3,4

Tanto para a Afirmação 1 (Tabela 2) como para a Afirmação 2 (Tabela 3) podemos observar uma grande concentração de respostas “Concordo”, independentemente do ano de ingresso ou do curso, havendo um leve aumento para a Afirmação 1. Não são observadas diferenças substanciais entre os dois cursos ou ao longo do tempo de curso, ou seja, alunos recém ingressados na Universidade e alunos dos últimos anos.

As duas afirmações possuem um certo grau de contrariedade entre si, pois quem admite que fazer ciência é um trabalho de simplificação de problemas não deveria admitir que fazer ciência os torna mais complexos, com isso, podemos verificar incoerências nas respostas dos alunos como um todo, haja visto que os valores de RM são aproximadamente os mesmos, isto é, a tendência geral foi no sentido do “concordo”. A incoerência pode ser interpretada como ausência de concepção, pois as contradições mostram que não possuem uma concepção de Ciência formada ou concisa.

**Tabela 3.** Respostas para a Afirmação 1: A ciência busca simplificar os problemas, dividindo-os em pequenos, mais simples e possíveis de resolver.

Item/conjunto	Frequência de Distribuição na escala Likert					RM
	DT	D	N	C	CT	
Bacharelado	2	32	16	65	15	3,4
Licenciatura	2	12	10	36	7	3,5
2017	0	14	10	34	8	3,5
2016	2	12	5	28	4	3,3
2015	1	9	6	10	3	3,2
2014	1	3	1	14	5	3,8
2013	0	2	2	8	2	3,7

2012 ou antes	0	4	2	7	0	3,2
---------------	---	---	---	---	---	-----

Para analisar as respostas dos alunos de pós-graduação dadas à pergunta “A ciência, fazer ciência, simplifica os problemas ou os deixam mais complexos?”, foram criadas 3 categorias para alocar as unidades de significado identificadas nas falas, são elas: i) **Ausência**, que representa as falas nas quais não foi possível identificar uma concepção sobre o tema; ii) **Simplifica**, que é a resposta inadequada à pergunta e iii) **Adequada**, categoria que representa um pensamento adequado ao novo espírito científico. Cabe ressaltar que não somente a escolha por “simplifica ou deixa complexo” nas falas foi importante, mas principalmente as justificativas, pois a simples presença da frase “deixa mais complexa”, por exemplo, não é garantia de uma concepção adequada.

Para a Categoria **Ausência**, as unidades de significado que foram aí alocadas, representam falas confusas ou imprecisas dos entrevistados, como por exemplo:

- i) ...em alguns casos eu acho que serve como uma alavanca né e inicialmente eu acho que isso pode ser um problema, mas um problema ele faz as pessoas pensarem (D3).
- ii) Eu acho que as duas coisas. Em alguns momentos ela acaba simplificando, mas tem alguns problemas que você acaba não descobrindo a resposta, então acaba se complicando cada vez mais... (D1)

Ou mesmo respostas muito curtas, como por exemplo:

- i) Busca resolver os problemas (P4)
- ii) Deixa os problemas mais complexos (D16).

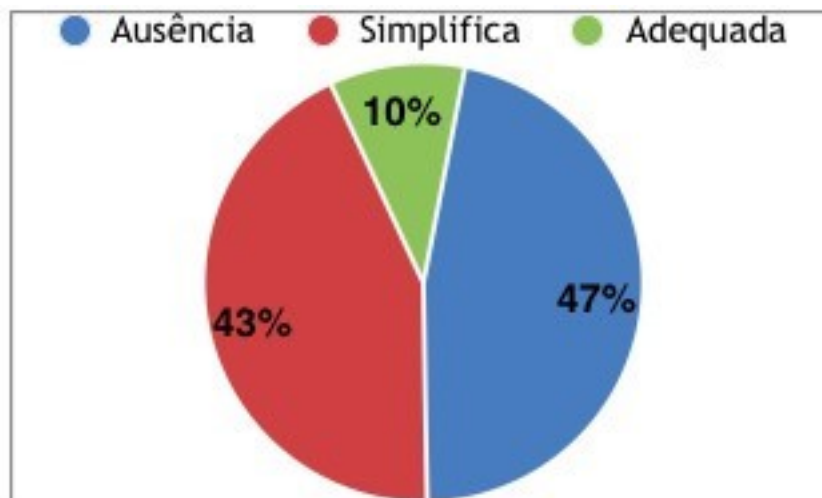
As unidades da categoria **Simplifica** mostram concepções do espírito científico moderno, com respostas no sentido de simplificar e resolver os problemas:

- i) Eu acho que ela [Ciência] organiza os problemas, não necessariamente deixa eles mais complexos (...) não acho que deixa mais complexo não, acho que a complexidade deles existe, a diferença é se a gente sabe dela ou não (P1).
- ii) Ela simplifica porque a partir do momento que você a aplica, você está propondo para resolver um problema, então ela simplifica. (D13).
- iii) É... tem como simplificar as coisas, mas por outro lado, também eu posso torná-las mais... difíceis, digamos assim. Pegar um caminho mais tenebroso, digamos, para chegar no mesmo resultado que eu podia simplificá-lo (D4)

A categoria **Adequada** representa as concepções adequadas, conforme foram identificadas as unidades que expressam claramente concepções referentes ao espírito científico contemporâneo:

- i) Eu acho que, na verdade, a gente pode entender que ela deixa mais complexa, mas... é que a gente começa a se questionar sobre as coisas, então aparecem mais questões, aparecem mais problemas, mas não acho que é por estar mais complexo, mas é a questão do entendimento mesmo (P2).
- ii) Nenhum dos dois. Ela [Ciência] abre novas portas e uma vez que você abre novas portas você acaba aumentando o número de possibilidades, você tem... você acaba aumentando o seu horizonte (D2).
- iii) Ah, mais complexos, eu acredito. (...) a intenção é sempre ir aumentando a complexidade (M3).

A distribuição das unidades de significado pelas categorias é mostrada na Figura 1.



**Figura 1.** Distribuição das unidades de significado pelas Categorias.

Podemos ver que uma pequena parte, 10%, dos alunos de pós-graduação entrevistados apresentaram concepções adequadas quanto à complexidade do pensamento em Ciência. Já 47% e 43% apresentaram concepções inadequadas ou mesmo não apresentaram concepções, respectivamente. É importante ressaltar que desses 90%, muitos atribuíram a complexidade da Ciência aos objetos e por isso a necessidade de simplificação, coerente com o pensamento cartesiano, típico do espírito científico moderno. A fala do aluno D4 mostrada como exemplo “iii” da categoria Simplifica, mostra uma concepção que reforça os problemas desse espírito: ele utiliza como sinônimos de complexidade as palavras “difícil” e “tenebroso”, ainda mais quando se fala de “caminho” para pensar um problema.

Quando comparamos os resultados entre os grupos pesquisados, alunos de graduação e de pós-graduação, não foi possível identificar grandes diferenças no pensamento sobre este aspecto particular da Ciência, as concepções não se tornam mais adequadas quanto mais tempo permanecem na Universidade. E é importante ressaltar a ausência de concepção como um aspecto muito negativo, pois é notória a porcentagem de alunos de pós-graduação que não tem intimidade com as discussões sobre a Ciência e, por tanto, não são capazes de responder à pergunta proposta.

#### 4. Conclusões

Compreender o que pensam os futuros químicos e cientistas da ciência Química é muito importante, tanto pelo caráter diagnóstico quanto para subsidiar propostas que promovam oportunidades de se pensar sobre ciência como forma de promover a superação de obstáculos.

A partir do olhar bachelardiano foi possível detectar visões inadequadas e incoerentes dentre os alunos de graduação, a partir dos resultados dos questionários, e visões inadequadas ou mesmo ausentes na maioria dos pós-graduandos de um curso de excelência (CAPES 7) do estado de São Paulo.

Esses resultados apontam para a necessidade de se atuar na formação do espírito científico a partir, por exemplo, de inserção de temas de Filosofia e História da Ciência

na formação dos futuros professores da educação básica e de nível superior, produtores e profissionais que atuarão com os conhecimentos químicos.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem à CAPES pela bolsa e aos participantes da pesquisa que colaboraram gentilmente na realização das entrevistas.

## **Referências**

- BACHELARD, Gaston. **O Racionalismo Aplicado**. Rio de Janeiro: Ed. Zahar, 1977.
- \_\_\_\_\_. **O Novo Espírito Científico**. In: Os Pensadores: Bachelard. São Paulo : Editora Abril Cultural, 1979a.
- \_\_\_\_\_. **A Filosofia do Não**. in: Os Pensadores: Bachelard. São Paulo : Editora Abril Cultural, 1979b.
- \_\_\_\_\_. **A Formação do Espírito Científico**: contribuição para a psicanálise do conhecimento. São Paulo : Ed. Contraponto, 2005.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa : Edições 70, 2009.
- CACHAPUZ, A. ; et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Ed. Cortez, 2005.
- LARENTIS, A. L.; et al. Obstáculos epistemológicos entre pós-graduandos de bioquímica. **Ciência & Cognição**, v. 19. n. 2, p. 79 - 97, 2012.
- OLIVEIRA, O. B.; GOMES, H. J. P. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. **Ciência & Cognição**. v. 12, p. 96-109, 2007.