



I Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales

## DESAFÍOS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA HOY

Formar sujetos competentes para un mundo en permanente transformación

*Comunicaciones Orales - Grupo 4*

*Formación inicial y continua de profesores de ciencias: modelos y perspectivas.*

## **AS REPRESENTAÇÕES CIENTÍFICAS: FUNDAMENTOS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

**Liz Mayoly Muñoz Albarracín**

Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”

Colômbia

**Roberto Nardi**

Universidade Estadual Paulista

Brasil

### **RESUMO**

Uma pesquisa realizada com estudantes de um programa de Licenciatura em Química mostrou a pertinência de incorporar no processo de formação os fundamentos da Filosofia da Ciência, já que eles subsidiam o trabalho do professor para melhorar o ensino da ciência e contribuem na construção de fundamentos conceituais e metodológicos que favorecem a contextualização do conhecimento científico em sala de aula. Aplicou-se um questionário e analisou-se o significado das representações científicas construídas pelos professores em formação inicial. O questionário foi elaborado com perguntas abertas com a intenção de considerar as diferentes formas de entender as representações. A análise do conjunto das respostas dos PFIQ nos permitiu fazer uma

aproximação filosófica das concepções construídas. Assim, percebe-se nas respostas dadas uma tendência a um pensamento epistemológico de tipo realista, pois, as representações feitas constituem um relato literalmente verdadeiro, a sua aceitação envolvendo a crença de que elas são verdadeiras. Além disso, uma aproximação ontológica também de tipo realista, já que se representam os conceitos em virtude do que o mundo é; baseados geralmente em descrições e propriedades observáveis, macroscópicas e pictóricas.

**Palavras chaves:** Representação científica, Filosofia da ciência, Formação inicial de professores.

## **ABSTRACT**

A research accomplished with students of a program of Degree in Chemistry showed the relevancy to incorporate in the process the bases of the Philosophy of Science, since they subsidize the work of the professor to improve the Education of Science and to helping in the contextualization of the scientific knowledge in the classroom. A questionnaire was applied and was analyzed the meaning of the scientific representations constructed by the professors in initial training. The questionnaire was elaborated with questions opened in the intention to the constructed conceptions. Thus, a trend to a epistemological thought of realistic type is related, its acceptance involving the belief of that they are true. Moreover, an ontological approach also of realistic type, since the concepts in virtue are imagined of what the world is; based generally in descriptions and properties observable, macroscopic and pictorial.

**Key words:** Scientific representations, Philosophy of science, Initial training of teachers

## **INTRODUÇÃO**

Um dos principais debates na área de Educação em Ciências atualmente está relacionado com às ideias existentes sobre as distintas concepções de Filosofia da Ciência e de Didática das Ciências na

Formação Inicial de Professores. Investigadores como Mellado e Carracedo (1993) afirmam que as concepções docentes mostram implícita ou explicitamente ideias sobre a natureza da ciência e sobre o conhecimento científico. E que predominantemente no ensino de ciências, a imagem da Ciência tem sido simplificada e distorcida, ao não se considerar seus aspectos históricos, filosóficos e sociológicos havendo dificuldades para o professor ao buscar contextualizar o conhecimento científico.

A crise que vem se manifestando no setor educativo, sobretudo na qualidade do ensino e da aprendizagem das ciências, é potencializada na ausência de uma abordagem Filosófica, Didática, Pedagógica e Psicológica, dentre outras, que forneça os subsídios teóricos e metodológicos que ajudem ao professor a resolver os problemas que surgem na sala de aula. Como o argumenta Matthews (1994), estes campos podem contribuir para humanizar as ciências e aproximá-las aos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos para tornar as aulas mais estimulantes e reflexivas, incrementando assim, a capacidade de pensamento crítico; podem contribuir para uma compreensão maior dos conhecimentos científicos; ajudariam a superar o mar de dúvidas em que se tem convertido as fórmulas e equações e auxiliariam a formação dos professores no desenvolvimento e conhecimento da ciência, sua estrutura e sua epistemologia.

Embasados nestes fundamentos procurou-se analisar o que caracteriza o pensamento científico que os professores desenvolvem quando incorporam as representações científicas para dar conta de interpretar, explicar e compreender os fenômenos do mundo químico, partindo do suposto de esse mundo em sua complexidade envolve representações de tipo macroscópicas, microscópicas e simbólicas? Para isso implementou-se um questionário que buscou identificar algumas concepções sobre representações de tipo verbal e não verbal.

## **FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS E DIDÁTICOS NA CONSTRUÇÃO DAS REPRESENTAÇÕES CIENTÍFICAS**

As pesquisas na Educação em Ciências são desenvolvidas baseadas em aspectos históricos, sociológicos, formais e semânticos da ciência. Ressalta-se a relevância dos aspectos semânticos, para a compreensão atual da atividade científica, fornecendo uma visão representacional da ciência superando a visão linguística do positivismo lógico e da concepção herdada, integrando visões historicistas e internalistas da nova Filosofia da Ciência.

Segundo Hacking (1983) a primeira tarefa do homem é a representação. Isso nos faz pensar que somos o que nós representamos e é isso o que de algum modo nos permite intervir no mundo e fazer previsões, elaborar explicações, construir modelos, avaliar o que assumimos como real, aceitar ou negar a existência de teorias verdadeiras, questionar sobre as concepções acerca de como assumimos a natureza da ciência e inclusive até pensar em como elas permeiam outros campos de conhecimento e se tornam complexas ao ser incorporadas pelo homem que é pertencente a uma sociedade, a uma cultura e a um mundo que se transforma constantemente.

Foi adotada neste trabalho a perspectiva semântica já que ela é apropriada para analisar o papel das representações e os modelos no Ensino da Química. Pois retomando as considerações de Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2009), sobre uma concepção de modelo como uma representação útil para o professor no ensino das ciências, assumiu-se que as teorias científicas:

1. Dão ao mundo e a quem as aplica (agentes cognitivos que incluem aprendizes e mestres) uma proximidade semântica, pragmática e retórica, mas que uma lógica e linguística.
2. Do mesmo modo elas não se reduzem a um saber proposicional incluem também um “saber sobre como” poder intervir no mundo.
3. Ao serem interpretadas mediante uma análise de conjuntos de modelos contribuem para uma reinterpretação das mesmas baseadas mais em suas representações científicas que nas mesmas teorias.
4. Não tem correspondência direta entre o que se diz (proposições) e o fenômeno, esta mediação esta dada pelos modelos entanto representações

não linguísticas do mundo, pois, as representações não são reduzíveis nem a enunciados, nem à realidade, já que representações e modelos são autônomos e,

5. Podem ser representados mediante diversos modelos teóricos, porém nenhuma de suas representações tem supremacia sobre as outras. (ADÚRIZ-BRAVO; IZQUIERDO-AYMERICH, 2009, p.5).

Fundamentos estes que justificam a necessidade de uma Formação do Professorado baseado na Filosofia da Ciência que explore a natureza das ciências e suas relações com outros pressupostos como os Históricos e os Sociológicos. A formação de professores deve ter um componente pedagógico com saberes relacionados à História e à Filosofia da Ciência, sendo que estes podem auxiliar no melhoramento das concepções docentes sobre ciência e nas práticas voltadas à educação científica na escola (Solbes e Traver, 2001). Isto também é indicado nas pesquisas sobre formação de professores como apresentado a seguir. Alias segundo Quintanilla (2006a) a compreensão sobre a ciência possibilita uma integração entre o saber científico e o saber cotidiano mediante representações mentais elaboradas pelos sujeitos para poder intervir no mundo.

## **AS REPRESENTAÇÕES CIENTÍFICAS NO ENSINO DA QUÍMICA**

A química continua sendo considerada pelos estudantes uma disciplina difícil, pois exige o entendimento de uma série de abstrações sobre suas teorias, seus modelos e fenômenos, envolvendo linguagens específicas, formalizações e a representação de entidades que por sua natureza não são perceptíveis. Além disso, se exige dos estudantes que deem conta de fenômenos físicos e também que operem com substâncias, processos, sistemas e comportamentos que correspondem a diferentes níveis, macroscópicos, microscópicos e simbólicos, que são de natureza da Química, tornando-se complexa sua compreensão dado que as relações que se estabelecem entre estas representações e os significados que elas procuram implicam diversos níveis de abstração.

No caso particular da química, dominar sua linguagem implica que o aprendiz consiga estabelecer as relações conceituais entre representações de diferentes níveis, assim como, transformarem uma representação entre um nível e outro. Para Wu (2003), a aprendizagem e o desenvolvimento de competências representacionais implicam realizar ações que permitam ao sujeito que aprende:

- a) Gerar representações para um propósito particular;
- b) Utilizar as representações para dar explicações;
- c) Utilizar as representações em um contexto social, por exemplo, na escola, para comunicar sua compreensão e,
- d) Estabelecer as relações entre diferentes representações. (p.831)

Partindo destes pressupostos e retomando a analogia do mapa de Fourez (2007) a qual resulta apropriada para entender o que seria a representação da realidade, pois o mapa não se assemelha ao lugar que representa, porém a pessoa que sabe utilizar o mapa pode planejar o roteiro sem a necessidade de ir até o lugar. O mapa, entre outras coisas, representa as dificuldades do terreno e as possibilidades para se deslocar, ele toma o lugar do objeto material da situação que se quer representar, a interação do sujeito com o mapa depende do significado que ele lhe atribui e do conhecimento e apropriação que se tem sobre o mapa, para pode subtrair informação dele e atingir o objetivo esperado.

Todo conhecimento científico é uma representação. Não é a “realidade” nem se lhe assemelha, mas a representa. Ocupa o seu lugar em alguns debates. No entanto, se o conhecimento reflexo prescinde da representação, o conhecimento representativo amplia-se na abstração e na linguagem. Ensinar as ciências é introduzir um sistema de representações. Fourez, (2007) (s/p)

Esta habilidade na manipulação do mapa depende também das experiências anteriormente construídas com os outros e internalizadas

pelos sujeitos na medida em que foram compreendidas e significativas, sendo elas reconstruídas mediante processos de ensino e aprendizagem o que orienta esta construção na elaboração de conhecimento científico escolar significativo.

## **IDENTIFICANDO AS CONCEPÇÕES SOBRE AS REPRESENTAÇÕES CIENTÍFICAS DOS PFIQ**

Visando identificar as concepções prévias que os professores em formação inicial tinham construído sobre o conceito de representação científica. Foi elaborado um Questionário com oito perguntas abertas. Foram utilizados exemplos da Química que permitissem conhecer a forma como eles entendem os conceitos químicos de *estrutura, átomo, molécula* e como eles são representados.

Também, indagou-se sobre o significado que eles atribuem a diferentes tipos de representações verbais e não verbais. O questionário foi elaborado com perguntas abertas com a intenção de considerar as diferentes formas de entender as representações. Procurando conhecer os tipos de representações que são utilizadas para representar conceitos químicos que correspondem a níveis não observáveis, assim como, que tipo de linguagens são utilizadas na hora de representar esses conceitos

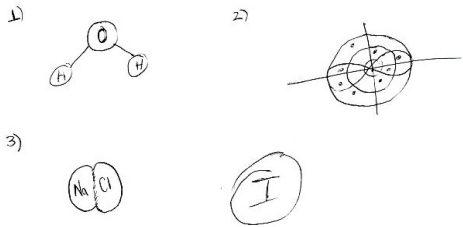
Procurou-se indagar também sobre o conhecimento dos contextos históricos na construção das representações e seu significado. Assim como, o significado de uma representação científica de tipo lógico - matemática, representada mediante uma linguagem não verbal, a qual tinha como finalidade analisar o significado que este tipo de representação tem e como ela seria interpretada pelos PFIQ. As últimas perguntas partiram da contextualização de um caso hipotético denominado na história da Química como o experimento mental do Gato de Schrödinger, solicitando-se uma explicação do que é narrado no caso, com a intenção de analisar o tipo de representação elaborada e como seria compreendida. Na pergunta 8, pretendeu-se conhecer as concepções que os PFI têm sobre modelo, representação, teoria e fenômeno, estabelecendo a relação que pode ser estabelecida nos contextos científico e no ensino da ciência. (o questionário aparece no anexo)



## ANÁLISES DAS REPOSTAS DOS PFIQ SOBRE AS REPRESENTAÇÕES CIENTÍFICAS

Para mostrar uma análise em conjunto dos 10 professores analisados apresentamos o seguinte quadro 1, que reúne os resultados obtidos com referencia ao questionário implementado.

Quadro1. Análise das respostas do **PFIQ** para as perguntas 1,2,3,6 e7.

| Respostas às perguntas 1, 2, 3, 6 e 7.  | Caracterização das representações   |
|---|---|
|   | <p>Os desenhos realizados baseiam-se em características físicas e alguns elementos simbólicos interpretados literalmente. Atribuindo características perceptíveis a entidades – conceitos – não perceptíveis e utiliza fórmulas químicas e planos bidimensionais.</p>                                 |
| <p>6a. O significado exato eu não sei, mas sei que está relacionado com a posição dos elétrons de um átomo.</p> <p>6b. Sim, uma vez que as interações dos átomos para formar um composto são, em sua maioria, entre os elétrons e, ainda que as propriedades de um composto não sejam iguais às de seus íons componentes, estes fornecem parte das suas para formar as do composto.</p> | <p>6a. Não existe interpretação enquanto a passagem da linguagem simbólica à linguagem verbal. Pode ser atribuída a uma dificuldade na compreensão de formalismos lógico-matemáticos.</p> <p>6b. Elaborou-se uma interpretação da linguagem formal na linguagem verbal ainda que a explicação não</p> |



|   |  |
|---|--|
|   | dê conta do que representa o formalismo, atingindo |
| 7. Os desenhos realizados baseiam-se em características físicas e alguns elementos simbólicos interpretados literalmente. Atribuindo características perceptíveis a entidades – conceitos – não perceptíveis e utiliza fórmulas químicas e planos bidimensionais. |  |

A análise do conjunto das respostas dos PFIQ permite-nos fazer uma aproximação filosófica das concepções construídas sobre os conceitos mencionados e as formas de representação científica escolar. Assim, percebe-se nas respostas dadas uma tendência a um pensamento epistemológico de tipo realista, pois, as representações feitas constituem um relato literalmente verdadeiro, a sua aceitação envolve a crença de que elas são verdadeiras. Além disso, uma aproximação ontológica também de tipo realista, já que se representam os conceitos em virtude do que o mundo é; baseado, geralmente, em descrições e propriedades observáveis, macroscópicas e pictóricas.

No seguinte quadro 2, aparecem as respostas com referencia as perguntas 4,5 e 8, observa-se que na pergunta 4, são mencionados casos isolados de algumas substâncias, sem recorrer a contextualizações históricas. Do mesmo modo, as respostas nas seguintes perguntas correspondem com definições tal vez, adotadas de tipo memorístico ou por influencia de alguns textos de tipo científico, isto pela utilização de palavras como método, postulado, padrão etc.

Quadro 2. Análise das respostas do PFIQ para as perguntas 4, 5 e 8.

| Respostas às perguntas 4 e 5 PFIQ        | Caracterização das representações                                       |
|--|---|
| 4. Casos isolados de algumas substâncias | Não se apresenta uma contextualização recorrendo à História da Química. |

|   |  |
|---|--|
| <p>5. O descobrimento de cadeias compridas de ácidos carbonila como o esteárico, por exemplo, permitiu à humanidade compreender o mecanismo pelo qual algumas substâncias conseguem tirar pigmentos de algumas superfícies e o porquê eram mais efetivo que a água nesta tarefa.</p>  | <p>Utilizam um sistema de símbolos para as entidades não observáveis e para outro tipo de processos representados, baseando-se em regras sintáticas, cujo significado subjaz da situação representada.</p>                                   |
| <p>Respostas à pergunta 8 PFIQ</p>  | <p>Concepção sobre os conceitos</p>  |
| <p>8. Modelo: Padrão estabelecido através de um tema específico que atua como um marco de referencia ou forma de abordagem de diversas situações.</p> <p>Teoria: postulado que ainda que não seja tomado como certo se toma como possível explicação de um fenômeno determinado.</p> <p>Fenômeno: situação observada através da natureza</p> <p>Representação: N.R.</p> | <p>Modelo: na concepção de imitação ou modelo material (CHAMIZO, 2010).</p> <p>Teoria: definido no sentido axiomático, mas não absoluto.</p> <p>Fenômeno: é entendido como fenômeno produzido pela natureza e não no sentido científico.</p> |

## CONSIDERAÇÕES

Uma análise das respostas dos PFIQ permitiu identificar que as representações científicas que eles tem construídas sobre os conceitos científicos se baseiam em concepções realistas, que recurrem a explicações descritivas de tipo macroscópicas, acreditando-se na ideia de que são uma cópia fiel e direta dos objetos teóricos.

Contudo, defende-se a ideia de que o conhecimento científico é uma *representação*, não é a realidade nem se assemelha a ela, mas a representam,

visão pouco explorada na construção do conhecimento científico e na formação de professores de ciências.

Definidas assim as representações, podemos pensar que ensinar ciências significa estruturar um sistema de *representações* que são interpretadas e modeladas pelo professor dependendo de sua concepção de ciência, teoria e modelo, para interpretar e recriar os fenômenos científicos, recorrendo ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para ensinar uma ciência.

## Referencias

- ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO-AYMERICH, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 4, n. Especial 1, p. 40-49, Febrero.
- FOUREZ, G.( 2007) Enseñanza de las ciencias y la ciudadanía. **Revista Crítica**, v. Acceso en <http://www.revista-critica.com/artigos.php?id=1841>, n. 948, Septiembre-octubre.
- HACKING, I. (1996). **Representar e Intervenir**. Tradução de Sergio Martínez. Primera edición. ed. México: Paidós.
- MATTHEWS, M. (1994) Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. **Revista Enseñanza de las ciencias**, v. 12, n. 2, p. 255-277.
- MELLADO, V.; CARRACEDO, D. (1993) Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, v. 11, n. 3, p. 331-339.
- QUINTANILLA, M. (2006). Didactología y formación docente. El caso de la educación científica frente a los desafíos de una nueva cultura docente y ciudadana. **Investigación en Educación**, Galicia-España, n. 3, p. 71-94.
- SOLBES, J.; TRAVER, M. J. (1996) La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 103-112.
- WU, H.; LINKING, J. (2003).The microscopic view of chemistry to real0life experiences; intertextuality in high-school science classroom. **Science Education**, v. 87, p. 868-891.

Questionário: Identificação das Representações Científicas dos PFIQ

1. Das moléculas que você conhece, escolha uma e represente-a

2. Escolha um dos átomos da molécula anteriormente representada e represente-o.
3. Represente as seguintes substâncias (utilize as representações que deseje)
  - a. Benzeno
  - b. Cloreto de sódio
  - c. Iodo
4. Você sabe como se chegou a conhecer alguma das moléculas que hoje estudamos na química? Elabore um relato sobre a história de alguma destas moléculas.

5. Pode mencionar e explicar as contribuições que deram para a humanidade algumas das moléculas?

6.a. Qual é o significado da seguinte expressão 
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi(x)}{dx^2} + V(x)\psi(x) = E \psi(x)$$

6.b. Existe alguma relação entre a expressão anterior e o comportamento das moléculas? Explique-a.

7. Em 1935, Erwin Schrödinger, um dos fundadores da física quântica, desenhou um experimento mental, que colocou em dúvida a solidez da teoria. Trata-se do seguinte:

Suponha que um gato vivo é enjaulado numa caixa de aço junto com uma pequena mostra de material radiativo e um frasco que contém um potente veneno. Só basta que um átomo radiativo se desintegre para que o frasco de veneno exploda e mate o gato quase instantaneamente. Sem abrir a caixa:

- Quais são as probabilidades de que o gato esteja vivo ou morto dentro da caixa?

- Elabore uma representação que explique o que está acontecendo no interior da caixa

8. Explique os seguintes termos estabelecendo a relação que pode dar-se com os contextos: científico, ensino e a docência.

a. Modelo

b. Representação

c. Teoria

d. Fenômeno

**Liz Mayoly Muñoz Albarracín**

Universidad Distrital “Francisco  
José de Caldas”

Colômbia

[lizm200528@yahoo.com](mailto:lizm200528@yahoo.com)

**Roberto Nardi**

Universidade Estadual Paulista

Brasil

[nardi@fc.unesp.br](mailto:nardi@fc.unesp.br)