

O Ensino de Ciências por Marie Curie: Análise da Metodologia Empregada em sua Primeira Aula na Cooperativa de Ensino

Ivoni Freitas-Reis e Ingrid Nunes Derossi

O presente trabalho tem como objetivo principal a análise de episódios selecionados da primeira aula ministrada por Marie Curie, sobre o conceito de vácuo, no projeto educacional de uma Cooperativa de Ensino, criado pela pesquisadora e alguns colegas da Universidade Sorbonne para ensinar a seus filhos. A partir das anotações do fichário da aluna Isabelle Chavannes, fomos buscar subsídios no livro *The improvement of the mind* do reverendo Isaac Watts, publicado pela primeira vez em 1741, para analisar a metodologia utilizada pela cientista/educadora. Abordamos brevemente a vida da pesquisadora, ambicionando tecer um enredo que nos permita colocar em primeiro plano seu perfil de educadora.

► Marie Curie, Metodologia de ensino, Isaac Watts ◀

88

Recebido em 22/03/2013, aceito em 13/12/2013

Marya Salomee Sklodowska (1867-1934) nasceu em uma Polônia dominada pelos russos, mas passou a maior parte de sua vida na França, onde se tornou uma renomada cientista e educadora. Seu pai, Wladyslaw Sklodowski, sempre a incentivou, bem como aos seus irmãos, a ter uma educação de qualidade, mesmo diante das dificuldades financeiras e sociais. Desde essa época, a jovem Marya lamentava a falta de um laboratório para seus estudos (Curie, 1957).

Com quase 18 anos, Marya teve que se deslocar para o campo a fim de trabalhar como preceptora na cidade de Szczuki, onde, além de ensinar aos filhos da família que a contratou, conscientemente assumia o risco de ser presa ou deportada por ensinar a língua e a cultura de seu país aos filhos dos camponeses da região. Estes eram na maioria analfabetos, pois resistiam em aprender a língua de um povo que lhes estava fazendo passar por tanto sofrimento (Quinn, 1997).

O presente trabalho, por meio de depoimentos de suas alunas da Escola Normal de Sèvres e da análise de trechos das anotações de Isabelle Chavannes, ex-aluna na Cooperativa de Ensino, buscou lançar um olhar sobre a vida da cientista como educadora, traçar um panorama dos caminhos percorridos por Marie Curie até a criação dessa cooperativa e focar nossa atenção na busca de compreender a metodologia de ensino utilizada por ela.

Mais tarde, em 1907, já viúva e professora da Universidade Sorbonne, por perceber a necessidade de complementar os estudos de sua filha Irène, Marie¹ propôs aos seus colegas a criação de uma Cooperativa de Ensino, visando fornecer uma educação científica de qualidade para seus filhos.

O presente trabalho, por meio de depoimentos de suas alunas da Escola Normal de Sèvres e da análise de trechos das anotações de Isabelle Chavannes, ex-aluna na Cooperativa de Ensino, buscou lançar um olhar sobre a vida da cientista como educadora, traçar um panorama dos caminhos percorridos por Marie Curie até a criação dessa cooperativa e focar nossa atenção na busca de compreender a metodologia de ensino utilizada por ela.

Desenvolvimento

Marya chegou a Paris em 1891 e tornou-se parte de um seletivo grupo de 23 mulheres, dentre quase dois mil estudantes matriculados na Escola de Ciências da Universidade Sorbonne. Marie se deparou com alguns obstáculos como a língua, o seu conhecimento de ciências e a necessidade de equiparar-se aos outros alunos (Curie, 1957).

Em 1896, Marie adquirira o certificado para ministrar

A seção "Química e sociedade" apresenta artigos que focalizam inter-relações entre Ciência e sociedade, analisando o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

aulas para o ensino secundário de meninas (Zantinga-Coppes; Coppes, 1998). A formação na área pedagógica fora instituída com a criação em 1795 das escolas normais de ensino primário e secundário. Nesse período, o sistema de ensino francês estava passando por algumas mudanças. Apesar de limitar os saberes que deveriam ser aprendidos pelas mulheres, a criação de escolas que permitiam instruí-las era uma grande novidade (Quinn, 1997).

Madame Curie: uma pioneira nas instituições de educação da França

De posse do certificado que a autorizava a atuar no ensino secundário, em 1900, Curie ingressou como a primeira mulher a participar do corpo docente da escola de Sèvres, fundada em 1881 e uma das pioneiras em escolas públicas secundárias para meninas na França, instituição que contava com professores da Universidade Sorbonne e do Collège de France (Quinn, 1997). Marie sempre considerou de extrema importância as atividades experimentais. Essa preocupação a acompanhou quando iniciou sua carreira formal de professora na Escola de Sèvres e sua postura acerca da experimentação fez toda a diferença para as suas alunas, como pode ser visto no seguinte relato:

Até chegarmos a Sèvres pensávamos que a física fosse inteiramente aprendida nos livros, onde encontramos fotos dos aparelhos usados para estabelecer as leis que estudávamos. (Eugène Feytis *apud* Quinn, 1997, p. 234)

Nessa instituição, Marie aumentou o tempo de suas aulas e produzia o próprio material prático, chegando a levar suas aprendizas para conhecer o laboratório de pesquisa onde ela e Pierre, seu marido, trabalhavam, e ele próprio fez demonstrações para suas alunas (Quinn, 1997).

Embora partilhemos das ideias daqueles estudiosos de ensino de ciências que a experimentação não é a panaceia no que tange ao ensino das ciências naturais e cômicos de que a ela cabe um papel bem maior do que ilustrar ou comprovar uma teoria como algo lúdico, consideramos relevante lembrar que não ocorre aos pesquisadores de ensino de ciências negarem o papel da experimentação como ferramenta auxiliar nesse delicado processo (Guimarães, 2009; Derossi; Freitas-Reis, 2012).

Marie não concordava com o ensino oferecido pelos liceus franceses, pois achava que neles se gastava muito tempo em salas de aula e pouco com atividades interativas, recreativas, com cunho educativo. Essa sua opinião pode ser verificada em uma carta em que ela desabafa com sua irmã

Helena: “Tenho às vezes a impressão de que é preferível afogar as crianças na lagoa a encerrá-las nas escolas que há aqui” (Marie Curie *apud* Curie, 1957, p. 229).

A cientista, imersa desde criança entre as preciosas aulas particulares e as aparelhagens de física do pai, era francamente encantada pela ciência, saber que sempre pautou a sua vida e suas ações. Dessa maneira, a visão de como ensinar e aprender as ciências naturais amalgamava a cientista e a educadora, levando-a a ver, no contato com o laboratório, o mais saudável e estimulante caminho para o verdadeiro aprendizado e para a compreensão dos fenômenos.

Em 1907, em consonância com essa visão e aparentemente mobilizados por Marie, um grupo de estudiosos de ciências de Paris decidiu criar uma cooperativa de ensino, na qual cada um dos pais-cientistas ficaria responsável por uma disciplina e os alunos assistiriam a uma aula por diaⁱⁱ (Chavannes, 2007).

A instrução pública na França de então era dividida em dois níveis paralelos de ensino: o primário, que representava todo o ensino para as crianças das classes populares, que estudavam até os 13 anos; e o secundário, que escolarizava, desde a sexta até a última série, as crianças das elites sociais do país, aqueles que deveriam cursar uma universidade. Essa modalidade atendia apenas em torno de 5% das crianças nessa faixa etária. A Cooperativa buscava preparar esses alunos que pretendiam seguir os seus estudos.

Em 1907, em consonância com essa visão e aparentemente mobilizados por Marie, um grupo de estudiosos de ciências de Paris decidiu criar uma cooperativa de ensino, na qual cada um dos pais-cientistas ficaria responsável por uma disciplina e os alunos assistiriam a uma aula por diaⁱⁱ (Chavannes, 2007).

Busca pela caracterização de episódios selecionados da primeira aula do fichário de Isabelle Chavannes

Ao escrever o prefácio do livro *Aulas de Marie Curie: anotadas por Isabelle Chavannes em 1907*, o membro da academia de ciência e professor emérito da École Polytechnique de Paris, Yves Quéré, não se furta a comparações dos métodos utilizados por Marie àqueles propostos pela Academia de Ciências – tanto na França quanto no Brasil – pelo projeto *La main à la pâte* ou *Mão na Massa*, cuja metodologia de ensino é baseada em questionamentos e do qual o professor Quéré tem sido um dos maiores divulgadores em todo o mundo.

A Cooperativa de Ensino buscava criar um ambiente descontruído e dinâmico para o reforço escolar dos aprendizas que questionavam, participavam, corriam pelos pátios das escolas, aprendiam sobre questões ambientais à beira do Sena, recebiam lanches dos seus professores, tudo isso entre os ensinamentos de grande profundidade. Funcionou apenas por dois anos (1907-1908), possivelmente pela ausência de tempo dos professores que estavam engajados em suas pesquisas e com a preocupação com o exame do baccalauréat^v (Quinn, 1997). As de física eram ministradas por Marie e

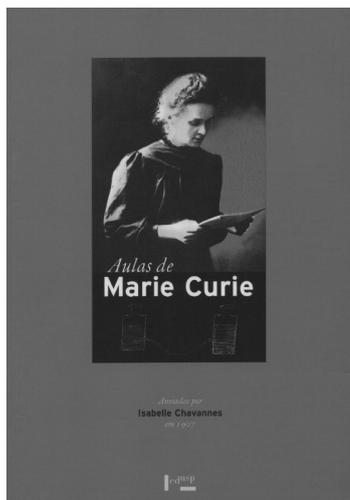


Figura 1: Reprodução da capa do livro das anotações de Isabelle Chavannes. (Chavannes, 2007).

aconteciam nas tardes de quintas-feiras. Nas palavras da Éve, ao término da lição: “A porta abre-se; aparece um sortimento de bolos, tabletes de chocolate, laranjas, para o lanche coletivo. E mastigando e discutindo, as crianças dispersam-se” (Curie, 1957, p. 231).

A fim de destacar o seu papel de educadora, analisamos alguns episódios selecionados de sua primeira aula – *Em que se distingue o vácuo do ar* – de acordo com as características que constassem em estudos já existentes na época em que a pesquisadora ministrou as suas aulas. Tais propriedades foram retiradas do *The improvement of the mind* (Watts, 1743), do reverendo Isaac Watts, publicado em 1741 – para nossos estudos, utilizamos a segunda edição, publicada em 1743 – um livro que, apesar de haver poucos estudos sobre ele, foi sendo reeditado até o ano de 2012 e foi bastante utilizado por estudiosos com espírito educador, em especial na Inglaterra do século XIX, como Jane Marcet e Michael Faraday (Hamilton, 2002; Reis, 2006; Baldinato; Porto, 2009). Dessa obra, apropriamos-nos principalmente dos cinco métodosⁱⁱⁱ para caracterizar a aula de Isabelle Chavannes.

Datada de 27 de janeiro de 1907, a referida aula foi realizada na *École Municipale de Physique et de Chimie de Paris* (EPCI). Bastante representativa do pensamento de Marie, pode-se notar, nas falas da educadora, evidências de que a sua

intenção não era a de fazer o experimento sozinha e deixar seus alunos passivos nem de deixá-los fazer os experimentos sem a sua colaboração. Esse padrão em sua fala se assemelha a um detalhamento na descrição do método conversação de Watts, no qual ele diz que é por meio do “discurso mútuo e inquirido que se aprende os sentimentos dos outros, bem como a se comunicar”^{iv} (Watts, 1743, p. 32). Entendemos que esse trecho se assemelha a uma aula com a participação dos alunos, senão vejamos:

Marie Curie (MC): “Aqui temos uma garrafa... Ela parece vazia. O que há lá dentro?” (Chavannes, 2007, p. 27)

Após a resposta dos alunos de que há ar, Marie continua:

MC: “Como vocês podem saber que há alguma coisa dentro?” (Chavannes, 2007, p. 27)

Na fala acima e em sua atitude apresentada a seguir, percebe-se a intenção da educadora em fazer com que seus alunos questionem, investiguem. Essa característica assemelha-se a outro trecho, também do método conversação, no qual nos leva a entender que, se não tem uma clara ideia do que é falado, o aluno deve esforçar-se para obter uma concepção mais consistente por meio de investigação (Watts, 1743), ou seja, ao estar diante dos experimentos apresentados mediante a investigação, este construiria um significado próprio de tudo o que estava vendo.

Ela propõe que eles mergulhem garrafas vazias dentro de um reservatório de água. Isabelle descreve que primeiro, ao abrir a tampa da garrafa dentro do reservatório, mantendo o gargalo para cima, a água entra, “mas nós vemos sair bolhas [...]. Havia ar na garrafa e é este ar que sai. Como ele é mais leve que a água, ele sobe à superfície” (Chavannes, 2007, p. 27). Foi possível perceber em todo o livro de Watts que os métodos por ele propostos possuíam como característica crucial o aperfeiçoamento da mente – como o próprio título deixa claro. Nota-se que o autor aconselha a deixar o aprendiz terminar logicamente o seu discurso antes da resposta do instrutor. Watts (1943) recomenda que o ouvinte produzisse um raciocínio sobre o assunto apresentado, sem que o falante deixasse claro,

Tabela 1: Síntese descritiva dos métodos de Isaac Watts (Watts, 1743).

MÉTODO	DESCRIÇÃO
Observação	Em suas definições gerais, estaria ligada à nota minuciosa que tomamos sobre as ocorrências e seria um dos fundamentos da experimentação.
Leitura	Seria o método de conhecimento pelo qual nos familiarizamos com o que os outros escrevem.
Palestras públicas ou privadas	Seriam as instruções verbais dadas por um professor.
Conversação	Seria um método que utiliza a descoberta que é feita pelo aluno por meio da mediação do professor e do inquirido por parte do aluno para que ocorra a aprendizagem.
Meditação ou estudo	Incluiria todos aqueles exercícios mentais que necessitamos fazer no processo de aprendizagem e por meio dos quais interpretamos os métodos práticos de um determinado autor.

antecipadamente, o que estava querendo dizer. Pode-se ver que essa característica está presente nessa aula ao percebermos a conclusão formulada por Isabelle após realizar o experimento. Curie prossegue:

MC: “Fechemos novamente a garrafa depois de tê-la esvaziado, e vamos abri-la no interior da água mantendo o gargalo para baixo. O que acontece?” (Chavannes, 2007, p. 27)

“A água sobe um pouco dentro da garrafa, comprimindo o ar que ela contém, porém este ar detido pelo vidro do frasco não pode subir até a superfície: ele fica preso no fundo da garrafa e a água não pode enchê-la” [descreve Isabelle]. (Chavannes, 2007, p. 27).

Nesse trecho, percebe-se novamente a característica acima abordada do método conversação.

Outro trecho da mesma aula, no qual o esforço de Marie para levar seus alunos a compreenderem primeiro o fenômeno e só depois incorporarem a linguagem científica, chamou-nos a atenção. Ainda no método conversação, Watts (1743) aconselha ao tutor que, ao perceber uma pessoa inexperiente em matéria de debate, deve guiá-la para um conhecimento claro da matéria. Ou seja, quando o professor observa que o seu aluno não está tendo um vocabulário científico adequado para dialogar sobre determinado assunto, cabe a ele fazer o ajustamento deste, apresentando primeiro uma forma de expressão popular e então fazer a transição para a linguagem coloquial. No referido episódio, Marie propõe que fizessem um experimento com o mercúrio, imergindo a garrafa que o continha de cabeça para baixo em um recipiente cheio de água, mas antes de retirarem a tampa, ela pergunta o que acontecerá, e seus alunos rapidamente respondem:

Alunos (AL): “O mercúrio irá para o fundo do recipiente”. (Chavannes, 2007, p. 28)

“Irène tira a tampa do frasco e de fato o belo e brilhante mercúrio desce rapidamente para o fundo do recipiente” [descreve Isabelle]. (Chavannes, 2007, p. 28)

AL: “É que ele é mais pesado do que a água.

MC: É quase isso, mas não é bem isso. Será que uma pequena gota de mercúrio é mais pesada que a água de uma grande garrafa?

AL: Ah, não!

MC: Porém se se enche uma garrafa com água e uma garrafa igual com mercúrio, qual será a mais pesada?

AL: Aquela em que se pôs mercúrio.

MC: Então vejam vocês, é preciso dizer que ‘para um mesmo volume, o mercúrio pesa mais do que a água’. Em lugar de dizer esta longa frase, diz-se: ‘o mercúrio é mais denso do que a água’. [...] O ar é menos denso que a água, como nós já observamos há pouco”. (Chavannes, 2007, p. 28)

Outro experimento é feito com uma pera de borracha. Os alunos observam e sentem o ar que o objeto libera e que este se enche novamente. Marie faz uma comparação com o comportamento do ar nos pulmões. Nesse trecho, percebemos uma semelhança com uma característica destacada por

Watts (1743) no método palestras públicas ou privadas, em que ele diz que “um tutor ou instrutor quando parafraseia ou explica outro autor [ou outra situação] pode tirar um ponto preciso de dificuldade ou controvérsia” (p. 38). Sendo assim, ao fazer analogias, Marie facilita o entendimento do que estava tentando elucidar aos seus alunos e diz:

MC: “Quando se respira, as costelas se erguem, os pulmões se abrem e o ar entra como na pera de borracha.” (Chavannes, 2007, p. 30)

No método conversação, Watts (1743, p. 39) destaca ainda que “um tutor deve explicar ideias por exemplos familiares claros”. Essa preocupação pode ser notada em vários momentos da aula de Marie Curie, já que a educadora busca trazer para a realidade dos seus alunos os experimentos que estavam fazendo. Onde aquele fenômeno com a pera acontece na vida deles? Quando se trata da construção do conceito de vácuo, trabalhando com uma pera que libera o ar e enche-se de água, ela explica como funciona a sucção através de um canudo:

MC: “Aspirando-se, abrem-se os pulmões; faz-se um vácuo e a água sobe.” (Chavannes, 2007, p. 32)

Naquela quinta-feira – dia em que Marie ministrava suas aulas –, o último experimento foi realizado com uma lâmpada incandescente. Isabelle nos conta que a educadora inicia assim o seu diálogo com a classe:

MC: “Temos aqui uma lâmpada elétrica. Existe ar dentro dela? Não, porque o filamento de carbono que deve ficar incandescente nesta lâmpada queimaria no ar. Porém, pode haver aí um outro gás, gás de iluminação, por exemplo. Vejamos: nós mergulhamos a lâmpada na água com a ponta para baixo. Nós

quebramos esta ponta dentro da água, e a água enche imediatamente toda a lâmpada. Se não houvesse vácuo na lâmpada, a água não poderia enchê-la assim de uma vez.” (Chavannes, 2007, p. 38)

Nesse experimento, ela retoma os assuntos que foram trabalhados durante toda a sua aula – como o vácuo e a presença de ar em recipientes aparentemente vazios – e conseqüentemente são abordadas todas as características apresentadas até então. Tal prática demonstra que Marie não deixava um experimento sem conexão com os outros e, a todo o momento, retomava conceitos ou equipamentos já utilizados para que seus alunos vissem diferentes formas de aplicar o mesmo processo ou o mesmo raciocínio.

Considerações Finais

O fichário de Isabelle Chavannes apresenta dez aulas experimentais. Pode-se observar que em cada uma destas, em cada estímulo ou experimento, é perfeitamente possível perceber a preocupação de Marie Curie com a assimilação do conhecimento e que este ocorresse de maneira sólida, duradoura e contextualizada. Mesmo correndo o risco de sermos anacrônicos, não podemos deixar de ressaltar que essa cientista, que ensina, ou essa educadora, que jamais se aparta da ciência, traz, na sua maneira de trabalhar o ensino, algo que ainda hoje se espera de um bom educador: a linguagem, a semiose, a busca pela evolução dos saberes,

a contextualização e a dialética, citando apenas algumas de suas qualidades.

Notas

i. Sempre que nos referirmos a Marya Sklodowska depois de sua chegada a Paris, utilizaremos o nome Marie como ela mesma escolheu chamar-se desde que adentrou o solo francês. Optamos, entretanto, por chamá-la Marya ou Sklodowska quando sua biografia se refere a um momento histórico anterior à sua chegada à França.

ii. Dentre os professores responsáveis pela cooperativa, estavam: Jean Perrin e Mme Perrin; Paul Langevin; Mme Chavannes (Curie, 1957).

iii. Denominação dada pelo próprio autor.

iv. Todos os trechos citados do livro de Isaac Watts são traduções nossas.

v. “Criado em 1808, o *Baccalauréat* é um diploma do sistema educativo francês que tem a dupla particularidade de aprovar o fim dos estudos do ensino médio e de permitir o acesso ao ensino superior” (Lycée Molière).

Ivoni Freitas-Reis (ivonireis@gmail.com), graduada em Química, especialista em Metodologia do Ensino Superior, mestre e doutora em História da Ciência, professora da UFJF, é coordenadora do PIBID – Química – UFJF/Capes e NDE Licenciatura em Química – EAD. Juiz de Fora, MG – BR. **Ingrid Nunes Derossi** (ingridnerossi@gmail.com), licenciada em Química, mestranda em Química – Educação Química, é tutora do curso de Licenciatura em Química – EAD – UFJF/CAPES. Juiz de Fora, MG – BR.

Referências

BALDINATO, J.O.; PORTO, P.A. *A química segundo Michael Faraday* – Um caso de divulgação científica no século XIX. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2009.

CHAVANNES, I. *Aulas de Marie Curie*. São Paulo: Edusp, 2007.

CURIE, E. D. *Madame Curie*. 27. edição. Paris, 1957.

DEROSSI, I.; FREITAS-REIS, I. A educadora Marie Curie: uma perspectiva diferenciada dessa cientista. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16; ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, 10, 2012. *Anais...* Salvador: 2012.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HAMILTON, J. *Faraday – the life*. London: Harper Collins, 2002.

LYCÉE MOLIÈRE. *Baccalauréat*. Disponível em: <http://www.lyceemoliere.com.br/index.php/pedagogia/secundario/lycee-ensino-medio/baccalaureat>. Acesso em: out. 2013.

QUINN, S. *Marie Curie uma vida*. Trad. Sonia Coutinho. São Paulo: Scipione, 1997.

REIS, J.B.A. *A arquitetura metodológica de Michael Faraday*. 2006. Tese (Doutorado) -Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2006.

WATTS, I. *The improvement of the mind: or, a supplement to the art of logic: containing a variety of remarks and rules for the attainment and communication of useful knowledge, in religion, in the sciences, and in common life*. 2. ed. Londres, 1743.

Para saber mais

SIMAL, C.J.R.; PARISOTTO, V.S. Um pouco da vida e da obra da Madame Curie e os 85 anos da sua visita a Belo Horizonte. *Revista Médica de Minas Gerais*, n. 03, v. 21, p. 340-348, 2011.

TONETTO, S.R. *Vida de cientista: um estudo sobre a construção da biografia de Mme. Curie (1867-1934)*. PUC/SP, 2009.

Abstract: *The teaching of science by Marie Curie: Analysis of the methodology applied at her first class at the Cooperative of Teaching.* The present study analyzes the selected episodes of the first class taught by Marie Curie, on the vacuum concept in the educational project entitled “Cooperative of Teaching”; such project was created by herself and her colleagues at the Sorbonne University to teach their own children. Starting from the notes of a student named Isabelle Chavannes, and also supported by “The Improvement of the Mind”, from Rev. Isaac Watts, first published in 1741, we are discussing the methodology adopted by Marie Curie, trying to show up her educator profile instead of only the scientist.

Keywords: Marie Curie, Teaching, Science.