

**UNIDADE DIDÁTICA NA FORMAÇÃO DOCENTE: NATUREZA DA CIÊNCIA E A VISIBILIDADE DE GÊNERO NA CIÊNCIA***Teaching unit in Teacher Education: Science of Nature and Gender visibility in Science***Bettina Heerdt** [bettina\_heerdt@yahoo.com.br]*Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG**Praça Santos Andrade, 1. Ponta Grossa/PR***Irinéa de Lourdes Batista** [irinea2009@gmail.com]*Universidade Estadual de Londrina – UEL**Rodovia Celso Garcia Cid, Pr 445 Km 380. Londrina/PR***Resumo**

No processo de formação e atuação a/o docente mobiliza e incorpora diversos saberes e a natureza desses saberes é diversa, difusa e complexa. O objetivo desta pesquisa foi a de elaborar uma unidade didática (UD) com base em referenciais teóricos dos saberes docentes, da Natureza da Ciência (NdC) e das questões de gênero na Ciência como um instrumento teórico e metodológico para a formação docente. O questionamento que surgiu no desenvolvimento desta pesquisa foi: como elaborar uma unidade didática envolvendo as questões da NdC e de gênero na Ciência que possibilite a reelaboração dos saberes docentes? Deste modo foi elaborada uma UD que aborda de maneira explícita aspectos da NdC, principalmente aqueles que possuem um consenso na comunidade científica e que evidenciam questões de gênero nessa construção. Os aspectos da NdC foram contextualizados por meio dos conteúdos científicos específicos que permitem compreender a construção do conhecimento biológico e que apresentam um viés de gênero nesse processo, como: hormônios, construção do modelo do DNA, evolução humana, processo de fecundação, entre outros. O objetivo da UD elaborada é a de desconstruir visões equivocadas de aspectos da Natureza da Ciência e desnaturalizar o papel secundário da mulher na construção do conhecimento científico e na Ciência para que assim a/o docentes possa organizar seu saber para um ensino contextualizado, dialógico e tolerante.

**Palavras-chave:** saberes docentes, unidade didática, Natureza da Ciência, Gênero e Ciência.

**Abstract**

In the process of formation and performance the teacher mobilizes and incorporates diverse knowledge and the nature of knowledge is diverse, diffuse and complex. The objective of this research was to elaborate a didactic unit (DU) based on theoretical references of teaching knowledge, the Nature of Science (NS) and gender issues in science as a theoretical and methodological tool for teacher training. The question that arose in the development of this research was: how to develop a teaching unit involving questions of NS and gender in science that enables the redesign of teacher knowledge? Thus a DU has been prepared that approaches explicitly aspects of NS, particularly those that have a consensus in the scientific community and highlight gender issues in this construction. Aspects of NS were contextualized by means of specific scientific knowledge that allow us to understand the construction of biological knowledge and have a gender bias in the process, such as hormones, construction of DNA model, human evolution, the process of fertilization, among others. The elaborate DU's goal is to deconstruct mistaken views of aspects of Nature of Science and denature the secondary role of women in the construction of scientific knowledge and science so that the teachers can organize their knowledge to a contextualized, dialogic and tolerant education.

**Keywords:** teaching knowledge, teaching unit, Nature of Science, Gender and Science.

## Introdução

É crescente o número de pesquisas em relação à formação docente no Brasil e essa discussão também se amplia para a área de formação docente de Ciências Naturais. Algumas dessas pesquisas refletem e consideram que docentes, durante sua formação e atuação profissional, mobilizam diversos saberes e que a natureza desses saberes é diversa, difusa e complexa. Essas discussões a respeito da formação docente se opõem à ideia da profissão docente como sendo unicamente um conjunto de técnicas e competências.

Na formação docente de Ciências muitas questões são levantadas, uma vez que vivemos numa sociedade científica e tecnologicamente em crescimento. Dentre essas questões estão o que deve ser ensinado, quais conteúdos são significativos na sociedade atual, qual forma didático-pedagógica de ensinar é mais eficiente, quais os saberes necessários para o ensino de Ciências, entre outros, já que existe a necessidade de formação de uma sociedade educada cientificamente e com qualidade.

Em meio a essas discussões, a formação docente com uma noção adequada da Natureza da Ciência (NdC) tem sido uma meta central durante os últimos 85 anos (Abd-El-Khalick et al., 1998) em diversos países. Gil Pérez et al. (2001) afirmam que faria sentido se docentes de Ciências com formação científica tivessem adquirido uma imagem adequada do que é a construção do conhecimento científico. No entanto, não é isso que ocorre, pois, artigos como os de Gil Pérez et al., (2001), Aikenhead (2003), Osborne et al. (2003), Abd-el-Khalick e Lederman (2000), Lederman (1992, 2007) mostram noções inadequadas e/ou ingênuas de estudantes de licenciaturas e docentes de Ciências a respeito da Natureza da Ciência, a qual se distancia da maneira como se constroem e produzem os conhecimentos científicos.

Noções inadequadas da Ciência e de sua natureza, segundo Angós (2010), refletem nas intervenções das/dos docentes de forma implícita num determinado modelo de Ciência, que, na maioria dos casos, está dominado por uma visão androcêntrica, positivista e quantificadora. Nesse sentido, o que refletimos é que, nesse modelo de ensino, dificilmente a/o docente incluirá entre suas referências a autoridade científica feminina e seu papel na construção da Ciência, bem como não explicitará conhecimentos científicos permeados pelas questões de gênero.

Desse modo, defendemos que uma noção mais realista da dinâmica científica e uma compreensão epistemológica adequada da Ciência permite ao docente organizar seu saber para um ensino contextualizado, dialógico e tolerante. É nessa perspectiva que a presente investigação se insere.

Por conseguinte, o objetivo desta investigação é a de elaborar uma unidade didática com base em referenciais teóricos dos saberes docentes (Shulman, 1986; Gauthier et al., 1998 e Tardif, 2004), da Natureza da Ciência (Schwartz & Lederman, 2002; Akerson & Abd-el-Khalick, 2003; Abd-el-Khalick, 2005, 2013; Martín-Díaz, 2006; Abd-el-Khalick & Akerson, 2009; Akerson et al., 2009) e das questões de gênero na Ciência (Fausto-Sterling, 2000; Louro, 2003; Angós, 2010; Harding, 2010) como um instrumento teórico e metodológico para a formação docente. O objetivo da UD é desconstruir visões equivocadas de aspectos da Natureza da Ciência e desnaturalizar o papel secundário da mulher na construção do conhecimento científico e na Ciência.

Esta pesquisa é um recorte de uma tese de doutoramento (Heerdt, 2014) que emergiu dos estudos nos grupos de pesquisa IFHIECEM (Investigações em Filosofia e História da Ciência, Educação em Ciências e Matemática) e IFHIECEM-gênero que visam à inserção da temática gênero na Educação Científica.

## Saberes Docentes e o Ensino de Biologia

As pesquisas realizadas no Brasil, em relação aos saberes docentes, utilizam como base teórica estudos internacionais como os de Shulman (1986, 1987), Gauthier et al. (1998) e Tardif. Shulman (1986, 1987) buscam conectar o conhecimento do conteúdo com o conhecimento pedagógico do conteúdo, enfatizando o papel da/do docente na tomada de decisão a respeito do que ensinar. Para Gauthier et al. (1998) é fundamental conhecer os elementos do saber profissional, pois isso permite que as/os docentes exerçam o seu ofício de forma competente. Tardif (2004) diz que nenhum saber por si só é formador. Portanto, saber alguma coisa não é mais suficiente, também é preciso saber ensinar. Esses pesquisadores analisam as investigações centradas na natureza dos saberes subjacentes ao ato de ensinar. Mais precisamente, os estudos do ensino buscam identificar um repertório de saberes docentes.

Na formação com base nos saberes docentes devemos identificar, criticar e colocar sob suspeita as principais crenças ingênuas, que podemos também chamar de obstáculos epistemológicos na formação docente, tais como: que a formação profissional pode ser baseada somente na experiência; que a teoria produzida na educação não possui aplicação na prática docente ou, por outro lado, de que a teoria tem a função de prescrever como a prática deve se desenvolver; que o curso de licenciatura prepara profissionais da educação prontos e acabados. As pesquisas da área de Ensino de Ciências mostram a ineficiência na formação docente, que separa os conteúdos científicos dos didáticos pedagógicos (Cachapuz et al., 2001).

Do ponto de vista específico da formação docente em Ciências e Biologia, devemos levar em consideração o caráter epistemológico próprio dessa Ciência. Isso significa que, além das/dos docentes possuírem saberes da área pedagógica geral, precisam entender a Natureza da Ciência que vão ensinar. Devem compreender que a Ciência é tanto uma atividade como um corpo de conhecimento (Mayr, 2008), esse entendimento nem sempre acontece facilmente, pois sabemos que durante o processo de formação muitas vezes aprendemos a forma final da Ciência.

No bem da verdade, durante todo o processo de formação profissional, deveríamos interligar os conhecimentos oriundos de diversas fontes, a fim de construir saberes a respeito da profissão docente. Esses saberes devem dar suporte para que as/os docentes possam atuar na sala de aula, permitindo relacionar adequadamente teoria e prática em diversas situações de ensino da sua Ciência. Portanto, as/os docentes precisam possuir um conjunto de saberes que os auxilie na resolução dos problemas do cotidiano e que lhes permita refletir de forma crítica sua realidade.

Dessa forma, defendemos que, no processo de formação inicial e em serviço, devem ser abordados aspectos da Natureza da Ciência como evidenciado por pesquisadores brasileiros e internacionais pois compreender como a sua Ciência é construída e desenvolvida ao longo da história é um fator primordial para um ensino contextualizado e inclusivo, bem como compreender as questões de gênero na Ciência a ser ensinada é uma ferramenta para a reflexão crítica e um conhecimento de base que deve fazer parte do repertório de conhecimentos da/do docente necessário ao ensino de Ciências.

## Natureza da Ciência e Gênero e Ciência

Podemos subdividir a Ciência nos **processos científicos**, que estão relacionados a atividades de coleta e interpretação de dados e à derivação de conclusões, e na **natureza do conhecimento científico**, que está preocupada com os valores e pressupostos epistemológicos subjacentes a essas atividades (Abd-el-Khalick, 1998). Para a NdC não existe uma definição única, entretanto para filósofos, historiadores, sociólogos e educadores de Ciências essa falta de consenso não é um

problema, dada a natureza complexa e multifacetada da dinâmica do empreendimento científico (Osborne et al., 2003).

Existem aspectos da NdC que são corroborados entre diversos especialistas da área, dentre os quais podemos citar: a Ciência como conhecimento provisório e empírico, com observações carregadas de teorias, a presença de elementos imaginativos e criativos, socialmente e culturalmente incorporados, que envolvem valores, conhecimentos e experiências anteriores dos cientistas, entre outros (Abd-el-Khalick, 1998; Osborne et al., 2003).

Na área de Educação em Ciências e Matemática, diversos são as/os pesquisadores que discutem a relevância da/do docente compreender a dinâmica do conhecimento científico para construir seus saberes disciplinares (Lederman, 1992; Gil Pérez et al., 2001; Abd-el-Khalick, 1998; Osborne et al., 2003). Apesar dos esforços das/dos pesquisadoras/es dessa área acadêmica, ainda há muito a ser feito. A comunidade científica debate o que deve ser ensinado a respeito da NdC e como deve ser esse ensino (Clough & Olson, 2008).

As pesquisas mostram falta de entendimento das/dos docentes a respeito da NdC (Akerson et al., 2012), apesar de fazer sentido que as/os docentes de Ciências com formação científica tenham adquirido uma imagem adequada do que é a construção do conhecimento científico. A pesquisa de Gil Pérez et al. (2001), em que se realiza um levantamento na literatura em relação à noção de docentes e estudantes da NdC, mostra que as informações são inadequadas e se distanciam da maneira como se constroem e produzem os conhecimentos científicos.

Os resultados de pesquisa como os de Shiang-Yao Liu e Norman G. Lederman (2007) identificam que fatores socioculturais influenciam nas noções de futuros docentes de Ciência em relação à Ciência e suas interpretações da NdC, resultados que precisam ser levados em consideração em momentos de formação. Esses autores sugerem incorporar a perspectiva sociocultural e a NdC no currículo de Ciências.

Em outro estudo, Liu e Chen (2002) constata que docentes com uma noção da Ciência como acúmulo de conhecimento, tendem a ensinar seguindo o livro didático e enfatizam a obtenção de respostas certas. Assim, uma compreensão adequada da NdC pode influenciar no modo como docentes planejam e desenvolvem suas aulas.

Salientamos, no entanto, que compreender particularidades de uma área de conhecimento não gera automaticamente práticas de ensino. Todavia, sem essa compreensão, é improvável que qualquer prática de ensino que incorpore as discussões da NdC aconteçam (Abd-el-Khalick & Lederman, 2000; Schwartz & Lederman, 2002; Bell et al., 2011). Essa problemática também tem sido objeto de estudo de pesquisadores como Deborah Trumbull, Grace Scarano e Rick Bonney (2006), que percebem que aprender aspectos da NdC não causa mudanças automáticas na prática da/do docente.

Podemos assumir que tudo o que a/o docente sabe influencia em sua prática pedagógica. Assim, uma maneira de melhorar o ensino dessa/e docente é assegurar que se tenha um conhecimento adequado em relação à construção do conhecimento científico de sua área. Ainda é necessário, compreender como esse conhecimento se transforma em uma prática eficaz (Waters-Adams, 2006).

Compreender a NdC a ser ensinada é um instrumento para a reflexão crítica. É, pois, um conhecimento de base e deve fazer parte do repertório de conhecimentos da/do docente, necessário ao ensino de Ciências. Abd-El-Khalick (2005) observa que o entendimento da NdC pela/o docente permite organizar seu próprio pensamento e sua prática de ensino. As questões de gênero na Ciência, por sua vez, permitem que aspectos da NdC sejam evidenciados, como elementos imaginativos e criativos, entre outros, além de evidenciar questões de gênero historicamente construídas na Ciência.

Na Ciência os termos conjugados gênero<sup>1</sup> e Ciência (*gender and Science*) aparecem pela primeira vez em 1978, em um artigo de Evelyn Fox Keller (2006). Essa autora busca uma Ciência independente de gênero, mais abrangente e acessível às mulheres. Gênero e Ciência são construções sociais que não são neutras e livres de valores e a história nos mostra um choque cultural entre elas. É claro que devemos considerar que todas as mulheres não partilham de uma única cultura e nem mesmo a Ciência (ver Schiebinger, 2001).

No processo histórico da construção do conhecimento científico, por muitas vezes as mulheres foram desconsideradas como sujeitos de conhecimento e como agentes nos fenômenos sociais. Os conhecimentos produzidos, muitas vezes, não atendem às reais necessidades ou acentuam as desigualdades de gênero. Essas questões são atribuídas pela crítica feminista a noções distorcidas de conhecimento, dos sujeitos cognoscentes, da objetividade e da metodologia científica (Anderson, 2011).

A perspectiva de "[...] gênero estrutura a ciência em diferentes níveis: às vezes no nível das teorias, às vezes em nomenclaturas ou taxonomias, às vezes em prioridades de pesquisa, às vezes nos objetos escolhidos para estudo." (Schiebinger, 2001, p. 292). Entretanto, é relevante percebermos que o mundo existe, independente das nomeações e classificações biológicas em categorias, ou seja, as coisas existem em sua materialidade. Porém, não há fronteiras, categorias dadas, *a priori*, que possam ser apenas descritas ao olhá-las, as criaturas são tanto naturais quanto fabricadas (Haraway, 1992).

A epistemologia feminista busca oferecer caminhos de superação dessas questões e explica por que a perspectiva de gênero nas ciências, especialmente na Biologia e nas ciências sociais<sup>2</sup>, produz novas questões, teorias e métodos de pesquisa, contribuindo para iniciativas e políticas mais igualitárias (Anderson, 2011).

Na Biologia, um viés de gênero, muitas vezes, é expresso na descrição dos dados, em premissas e hipóteses de pesquisa sexistas ou androcêntricas, incorporado a um fazer científico pretensamente neutro. Essas pesquisas conferem cientificidade à inferioridade intelectual da mulher e justificam seu papel subordinado na sociedade. Muitas dessas pesquisas em que o viés masculino pode expressar-se nos conteúdos e processos científicos foram utilizadas de modo explícito na UD que será abordada em seguida.

### **Unidade Didática (UD): Construção do conhecimento científico e a visibilidade de gênero na Ciência**

Após a análise que algumas propostas de unidades didáticas, optou-se por utilizar uma das sequências didáticas de Zabala (1998), que é baseada em uma concepção construtivista. A sequência didática pode ser definida como “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (Zabala, 1998, p. 18).

---

<sup>1</sup> É relevante explicitar o entendimento dado ao conceito de gênero, nesta pesquisa, pois é uma palavra utilizada em diversos contextos e, em alguns casos, de maneira polissêmica. Desse modo, entendemos gênero como uma construção cultural e relações de poder entre os sujeitos (Scott, 1995). Neste contexto, “[...] ser homem e ser mulher constituem-se em processos que acontecem no âmbito da cultura [...]” e “[...] é um processo minucioso, sutil, sempre inacabado [...]” (Louro, 2008, p. 18).

<sup>2</sup> “[...] resultados sexistas, racistas, imperialistas e “orientalistas” de pesquisas científicas nas áreas de biologia e ciências sociais justificaram imposições legais, econômicas e sociais que privam as mulheres de alguns direitos de cidadania” (Harding, 2010, p. s/n, tradução nossa).

A sistematização de uma sequência didática tem “[...] a virtude de manter o caráter unitário e reunir toda a complexidade da prática, ao mesmo tempo que são instrumentos que permitem incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação” (Zabala, 1998, p.18).

Apesar de saber que não se pode prever tudo o que irá acontecer num processo formativo, é necessário ter em mãos uma proposta de intervenção suficientemente elaborada para favorecer o processo de aprendizagem. Por outro lado, essa intervenção deve estar aberta a possíveis mudanças, nunca pode ser resultado de improvisação (Zabala, 1998).

As sequências didáticas apresentam algumas características e devem: possuir objetivos específicos; esquematizar as variáveis da complexa prática educativa; indicar a função desempenhada por cada uma das atividades no processo de construção do conhecimento; avaliar a funcionalidade das atividades. Zabala (1998) propõe quatro exemplos de UD, para os propósitos desta pesquisa, escolhemos o exemplar quatro, no qual foram realizadas adaptações para os propósitos pedagógicos e para a formação docente. Assim, para a elaboração da UD, questionou-se a existência de atividades:

a) que nos permitam determinar os conhecimentos prévios das/os docentes em relação aos conteúdos; b) cujos conteúdos são propostos de forma que sejam significativos e funcionais para as/os docentes; c) que provoquem um conflito cognitivo e promovam a atividade mental, necessária para que estabeleçam relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios; d) que promovam uma atitude favorável; e) que auxiliem as/os docentes a adquirir habilidades relacionadas ao aprender a aprender, que lhes permitam ser cada vez mais autônomos em relação a essa aprendizagem.

O questionamento que surgiu no desenvolvimento desta pesquisa foi: como elaborar uma unidade didática envolvendo as questões da NdC e gênero na Ciência no processo de formação docente em serviço? Para buscar responder essa questão utilizamos o referencial de UD proposta por Zabala (1998) na qual se aborda de maneira explícita aspectos da NdC, principalmente aqueles aspectos que possuem um consenso na comunidade científica e que evidenciam questões de gênero nessa construção. Os aspectos da NdC foram contextualizados por meio dos conteúdos científicos específicos, como: hormônios, construção do modelo do DNA, evolução humana, processo de fecundação, entre outros que serão explicitados na UD. Foram utilizados episódios históricos que permitem compreender a construção do conhecimento biológico e que apresentam um viés de gênero nesse processo. Assim, o objetivo desta UD é desconstruir visões equivocadas de aspectos da Natureza da Ciência e desnaturalizar o papel secundário da mulher na construção do conhecimento científico e na Ciência.

No quadro 01 pode-se analisar a síntese da UD desenvolvida. Após, será apresentada a descrição detalhada e justificada de cada etapa.

Quadro 01. Síntese do desenvolvimento da UD.

<b>Atividades desenvolvidas</b>	<b>Média de duração</b>
- Apresentação da professora pesquisadora e dos participantes; - Apresentação dos objetivos gerais da proposta de formação;	15 minutos
- Questionário VNOS-C e Gênero e Ciência.	45 minutos
- Problematização das concepções populares do conhecimento científico; - Discussão de aspectos da Natureza da Ciência aceitos atualmente; - Sistematização e discussão da relação entre termos científicos; - Observação, inferências, hipóteses e o caráter provisório do conhecimento científico, atividade Tricky Tracks! (Lederman & Abd-El-Khalic, 1998).	1 hora 30 minutos
- Teorias e modelos, criatividade e imaginação, atividade imagens pelos buracos “The Hole Picture!” (Lederman & Abd-El-Khalic, 1998, adaptado); - Discussão explícito-reflexiva em relação aos papéis da criatividade e imaginação, das teorias e dos modelos no fazer Ciência.	1 hora 15 minutos
- Discussão do texto “Pescadores e Anzóis” (Alves, 1981).	

- Discussão da pesquisa "Lágrimas humanas femininas" (Gelstein et al., 2011); - Atividade "Isso faz parte da vida!" (Lederman & Abd-El-Khalic, 1998, adaptado); - Definições de teorias e modelos e exemplificações de teorias e modelos da Biologia.	45 minutos
- Questões de gênero na construção do Modelo de DNA, para o qual foi utilizado um trecho do artigo de Osada e Costa (2006); - Apresentação e discussão: A Ciência tem Gênero - vídeo (USFCAR); - Definições de gênero (Scott, 1995; Pierucci, 1999; Louro, 2003); - Apresentação e discussão: vídeo Donos de casa. - Pepeu Gomes - Clipe "Masculino e Feminino"	1 hora 45 minutos
- Atividade: Fósseis reais, Ciência real!!! (Lederman & Abd-El-Khalic, 1998).	1 hora 15 minutos
- Discussão da história da evolução humana apresentada nos livros didáticos; - Apresentação e discussão: Homem pré-histórico: vivendo entre feras, vídeo Discovery Channel. - Cromossomos sexuais questões de pesquisa.	1 hora
- Ensino de Ciências visibilidade de gênero; - Projeto TWIST ( <i>Towards Women in Science &amp; Technology</i> ) e fundação Christiane Nüsslein-Volhard; - Processo de fecundação; - Apresentação e discussão do vídeo "Viagem fantástica do corpo humano, o incrível processo do nascimento até a morte", em relação ao processo de fecundação.	1 hora
- Distinção entre hormônios ditos masculinos e hormônios femininos - mantendo dualidades, análise em materiais didáticos;	1 hora
- Saberes necessários a um Ensino baseado na perspectiva da Natureza da Ciência e na visibilidade de Gênero;	45 minutos
- Discussão do modelo de um plano de aula, que discuta questões da construção do conhecimento científico e de visibilidade de Gênero; - Início da construção do planejamento da aula.	2 horas 30 minutos
- Questionário VNOS-C e Gênero e Ciência (posterior).	45 minutos

**Fonte:** Elaborada pela autora (2014).

Ao responder ao questionário inicial pode-se compreender as noções prévias a respeito de aspectos da NdC (questionário VNOS-C; Lederman et al., 2001; 2002; traduzido por El-Hani et al., 2004) e dos papéis atribuídos às mulheres na Ciência e na construção do conhecimento científico (questionário elaborado por Heerdt, 2014 e validado pelo grupo de pesquisa IFHIECEM-gênero).

A UD foi elaborada com vistas a uma abordagem explícito-reflexiva. Pesquisadores como Fouad Abd-el-Khalick e Norm Lederman (2000), defendem a utilização de abordagens explícitas na melhoria das noções de docentes em formação inicial ou em serviço da NdC. Para esses autores, essa abordagem é relativamente melhor sucedida do que abordagens implícitas. Nesse sentido, recomendam proposições de caráter explícito e reflexivo na tentativa de promover mudanças nas concepções epistemológicas. Na abordagem explícita, o ensino enfoca diretamente conteúdos epistemológicos ou emprega elementos de História e Filosofia das Ciências no tratamento de conteúdos específicos (Abd-El-Khalic & Lederman, 2000).

Na problematização inicial, foi proposta a questão "O que é Ciência? ", para discutirmos explicitamente noções inadequadas do conhecimento científico. Essas concepções de senso comum amplamente aceitas são descritas por Alan F. Chalmers (1993), como por exemplo, o conhecimento científico sendo provado - baseado no que podemos ver, ouvir, tocar entre outros; objetivo - em que as teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento; que opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não têm lugar na Ciência e que conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente. Nesse momento, é solicitado aos docentes que marquem as noções que, no seu ponto de vista são incoerentes e que elaborem uma explicação. Assim, todas/os tem a oportunidade de expor suas respostas intuitivas ou suposições de cada situação proposta (Zabala, 1998).

Após essa discussão, são apresentados aspectos da NdC em que há consenso entre filósofos, historiadores, sociólogos e educadores de Ciência. Dentre esses podemos citar: a Ciência como conhecimento provisório, empírico, em que há inferências, as observações são carregadas de teorias, os elementos imaginativos e criativos estão presentes, entre outros (Abd-El-Khalic, 1998), sendo que essas noções são consideradas adequadas.

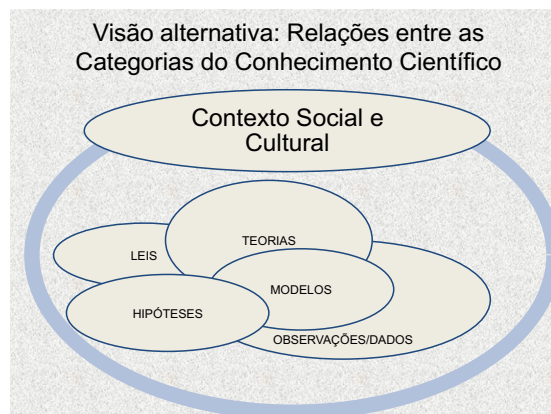
Em seguida, como meio de problematização, é proposto que as/os docentes definam os termos: hipóteses, modelos, teorias, observação, inferências, leis e relacionassem esses termos. Proposta semelhante foi desenvolvida por Abd-El-Khalick e Akerson (2009), que solicitaram que docentes relacionassem 14 termos distintos, além da pesquisa de Heerdt et al. (2014) e Ortiz et al. (2013) que solicitaram que escrevessem o entendimento de alguns termos. Esse momento teve por objetivo reconhecer os conhecimentos prévios das/dos docentes a respeito da formalização lógica do conhecimento científico e de sua dinâmica, uma vez que na literatura observa-se que muitos docentes percebem essa dinâmica de maneira simplista, hierárquica e linear (Yalvac et al., 2007).

Logo após, é apresentada uma visão alternativa das relações entre as categorias do conhecimento científico (figura 05). As relações apresentadas não são as únicas possíveis entre as diversas categorias do conhecimento científico e sua variedade de interações nas diversas disciplinas científicas. Essa é, no entanto, uma representação mais adequada das relações e corroborada pela História da Ciência, do que um modelo simplista e hierárquico (Lederman & Abd-El-Khalic, 1998).

A partir da figura 05, são discutidas questões da dinâmica da estrutura do conhecimento científico conforme recomendado por Norm Lederman e Fouad Abd-el-Khalick (1998). As hipóteses podem ser derivadas de observações de fenômenos e/ou dos dados empíricos. Deve ser ressaltado que as observações iniciais não são livres de contexto teórico, elas podem ser influenciadas por outras observações, hipóteses, teorias, leis, bem como pelo contexto social e cultural em que uma dada investigação é conduzida. No aprofundamento das pesquisas científicas, com o maior número de dados, testes e alterações, uma hipótese ou um conjunto de hipóteses, pode (ou não) tornar-se uma teoria ou uma lei. Esse processo pode ser longo e também é afetado pelo contexto social e cultural. Uma vez proposta uma lei ou teoria, a coleta de dados e a pesquisa são influenciadas por essa nova teoria ou lei.

Nessa discussão são incluídos os modelos científicos, pois são importantes instrumentos que possibilitam a compreensão de teorias e do mundo (Morgan & Morrison, 1999). Até esse momento, são refletidas as relações entre as categorias do conhecimento científico que são complexas e não lineares e hierárquicas. No decorrer da UD, são aprofundados alguns desses conceitos.

**Figura 05** – Relações entre as Categorias do Conhecimento Científico



**Fonte:** (Lederman & Abd-El-Khalic, 1998), adaptado pelas autoras.



Após essas discussões, é apresentada uma situação problema para discutir e distinguir conceitos como observação e inferência, o caráter provisório do conhecimento científico e o papel da criatividade na Ciência (atividade intitulada: *TracksTricky*, Lederman & Abd-El-Khalic, 1998). Esse momento é proposto por diversas razões: primeiro, porque favorece a discussão e a reflexão; em segundo lugar, porque as pesquisas mostram polissemia conceitual entre observação e inferência, bem como a dificuldade de compreender o caráter provisório e a criatividade na construção do conhecimento científico (Gil Pérez et al., 2001).

A maneira como a atividade é apresentada e discutida seguiu as sugestões de Norm Lederman e Fouad Abd-El-Khalick (1998). Assim, as figuras são apresentadas em slide, entrega-se uma folha sulfite e solicita-se às/aos docentes que respondam algumas questões como: "O que você observa?"; "Você pode ver as aves?"; "Por que os dois animais estão indo em direção ao mesmo ponto?"; "O que você deduz?". Após a discussão, é explicitado que as inferências devem ser consistentes com as evidências, mesmo que um determinado conjunto de observações possa justificar igualmente várias inferências.

A próxima atividade serve como um meio de aplicar o conhecimento adquirido na etapa anterior. A proposta foi embasada em Norm Lederman e Fouad Abd-El-Khalick (1998), "*The Hole Picture!*" (imagens pelo buraco, tradução nossa), que tem por objetivo reforçar a compreensão do papel das observações e das inferências na Ciência, bem como mostrar a importância da criatividade na construção do conhecimento científico. Essa atividade foi adaptada para evidenciar o papel dos modelos no desenvolvimento científico e, por meio dela, colocar os/as docentes em situações semelhantes à do trabalho científico e discutir esse processo de modo explícito.

Para a discussão explícita de modelos científicos são preparados alguns envelopes com figuras aleatórias da área de Biologia (modelo do DNA, membrana plasmática, organelas celulares, seres vivos) e outros com figuras quaisquer. Os envelopes foram lacrados e neles feitos buracos aleatórios para que as/os docentes, por meio desses, pudessem observar o que havia em seu interior. A turma é dividida em grupos, para cada um dos quais é entregue um envelope. Solicita-se aos participantes que descrevam suas observações e inferências e que criem modelos. Nesse momento, coloca-se uma nova informação que permite compreender o entendimento prévio das/dos docentes em relação ao conceito de modelos, que, no decorrer da UD, é aprofundado.

As discussões seguem as sugestões de Norm Lederman e Fouad Abd-El-Khalick (1998), e foram propostas as seguintes questões problematizadoras:

- ✓ Como os cientistas produzem um corpo de conhecimentos confiável?
- ✓ O conhecimento científico é absoluto e verdadeiro?
- ✓ A produção desses conhecimentos depende de criatividade e imaginação?
- ✓ Qual a função dos modelos nesse processo?
- ✓ O conhecimento produzido é afetado pela carga teórica, cultural e social dos indivíduos que o produziram?

Por meio dessas questões, discute-se os possíveis caminhos que os cientistas podem percorrer para construir um determinado corpo de conhecimentos e, para isso, volta-se a discutir a figura 5. É importante salientar que, muitas vezes, o cientista não tem acesso direto aos dados, precisa de equipamentos ou outros meios para construir conhecimento. Por exemplo, por algumas centenas de anos, os físicos teorizaram a presença de átomos, formularam a Teoria Atômica, investigaram a estrutura do átomo e acumularam um grande volume de conhecimento do átomo e seus componentes. Esse conhecimento, por sua vez, permitiu muitos avanços na Física e em outras áreas. No entanto, os cientistas nunca foram capazes de realmente ver um átomo (Lederman & Abd-El-Khalic, 1998).

Discutir de maneira explícita que na maioria dos casos, os cientistas não param na fase inicial de coletas e inferências. Eles, em seguida, obtêm previsões com base em suas respostas hipotéticas e testam essas previsões por meio da coleta de mais dados, de maneira direta ou indireta. Também discutir que o conhecimento científico é confiável e corroborado por uma comunidade científica, no entanto, nunca é absoluto e verdadeiro. Nesse momento, é entregue um texto retirado do livro de Rubem Alves, *Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e suas regras* (1981), que contextualiza a discussão.

Em relação à criatividade e à imaginação, mostrar que, da mesma forma que as/os docentes tiveram que preencher as lacunas entre os buracos para gerar uma imagem final do que achavam que os pedaços de papel representavam, os cientistas também se envolvem em um processo criativo e imaginativo para dar sentido aos dados que foram coletados, a fim de que possam apresentar uma imagem ou uma resposta. Logo a seguir, é apresentada uma imagem, com manchas pretas que formam de maneira incompleta um cão, para contextualizar e discutir, conforme proposto por Alves (1981).

A discussão em relação aos modelos, está em torno do papel que eles possuem na atividade, o de apresentar aspectos de uma realidade. Solicita-se às/aos docentes que apresentem seus modelos, a partir desse momento são questionados se o modelo produzido é a própria realidade e por que usa-se modelos na Ciência.

Por fim, é discutida a relevância da teoria na construção do conhecimento científico. As/os docentes são questionados se a carga teórica que possuem influencia na construção de seus modelos (alguns possuíam imagens da Biologia) e se existe a possibilidade de construção de conhecimento sem uma base teórica.

Após essa discussão e reflexão sistematizada, entrega-se aos docentes o texto “Pescadores e Anzóis”, de Rubem Alves (1981), texto que faz uma analogia entre pescadores e anzóis com cientistas e os métodos científicos. Esse texto permite a reflexão de diversos aspectos da NdC, entre eles, os variados métodos científicos que podem ser utilizados no fazer Ciência, da Ciência como uma construção humana e do papel das teorias na construção do conhecimento científico.

Solicita-se que as/os docentes realizem a leitura do texto individualmente e após são convidados a se reunirem em grupos. Ao primeiro grupo é solicitado que abordem: "O que o texto nos diz...". Esse grupo comenta e aprecia o tema do texto. O segundo grupo completa a frase: "O que nós dizemos do texto...", fazem uma síntese avaliativa do texto. Ao terceiro grupo é solicitado que completem a frase: "Vamos contextualizar esse texto...", ocasião em que os integrantes exemplificam e trazem novas informações em relação ao texto. Ao quarto grupo cabe fechar as ideias expostas pelas/os integrantes dos demais grupos, completando a frase: "O que o texto nos diz e o que nós dizemos do texto...". Nesse momento as/os docentes tem a oportunidade de discutir explicitamente, buscar informações, elaborar conclusões e realizar uma síntese dos conhecimentos (Zabala, 1998).

Para reforçar a ideia de uma Ciência construída e influenciada pela carga social e cultural, é apresentado o artigo científico publicado na *Science* (Gelstein et al., 2011) intitulado: *Human Tears Contain a Chemosignal* (Lágrimas humanas contêm um Chemosignal, tradução nossa). Nesse artigo, os pesquisadores do Instituto Weizmann de Ciência, de Israel, descrevem que as **lágrimas femininas** liberam substâncias que reduzem o nível de **testosterona** do homem que estiver por perto, deixando o sujeito menos agressivo. Além disso, afirmam nesse artigo que ver uma mulher chorando mexe com o homem de tal forma, que ele deixa de lado sua vontade de fazer sexo.

As questões postas a partir da apresentação dessa pesquisa são: como ocorreu a coleta de dados? Quantos indivíduos participaram da pesquisa? Quais foram os resultados que possibilitaram tal inferência? Será que podemos dizer que existe uma carga sociocultural em relação às questões de gênero nessa pesquisa? Será que a frase de Rubem Alves (1981, p. 8) “[...] com um peixinho na mão,

pretende haver desvendado o mistério da lagoa escura [...]”, serviria para essa pesquisa científica? Nesse momento insere-se as discussões de gênero na UD, como problematizações iniciais para que as/os docentes reflitam a respeito.

Logo em seguida, utiliza-se a atividade proposta por Norm Lederman e Fouad Abd-El-Khalick (1998): Isso faz parte da vida! (That's Part of Life!) em que projeta-se um texto e se realiza a leitura. O texto possui palavras e frases, organizadas de maneira que aparentemente não possuem sentido. Após a leitura as/os docentes são questionados: esse texto faz sentido? Qual? Que hipótese pode ser levantada? Após esclarece-se que o texto faz referência ao processo de lavar roupas, é solicitado as/os docentes que realizem novamente a leitura, e são questionados: agora o texto faz mais sentido? Conhecer o processo de lavar roupas é importante para compreendermos o texto? Qual a relação do texto com o processo de construção da Ciência? Após esses questionamentos e discussão, fica explícito que o conhecimento científico é dependente de uma base teórica, que a observação e experimentação não são neutras, mas carregadas de ideias, e que não se deve esquecer o papel essencial das hipóteses.

Após, explicitar conceitos de Teoria Científica (Morgan & Morrison, 1999; Autor X2; Sayão, 2001) são levantadas as questões: quais teorias conhecemos na Biologia? Posteriormente, são apresentados alguns conceitos de Modelos Científicos (Morgan & Morrison, 1999; Sayão, 2001; Batista, 1999) e exemplos de Modelos Científicos, como: o modelo mosaico fluido da membrana plasmática, elaborado em 1972, pelos pesquisadores Garth Nicolson e Seymour Jonathan Singer, e o modelo do DNA (ácido desoxirribonucleico) proposto por James Watson e Francis Crick, em 1953.

Em seguida, levanta-se uma problemática: Questões de gênero estão presentes na construção no Modelo de DNA? Quem foi Rosalind Franklin? Esses temas nos permitem iniciar as discussões em relação às questões de gênero na Ciência. Apresenta-se um relato retirado do artigo de Osada e Costa (2006), do papel de Rosalind Franklin nas pesquisas do modelo do DNA e a sua exclusão do recebimento do prêmio Nobel da Ciência.

Expõem-se a problemática levantada por Gil Pérez et al. (2001), que se refere à concepção de uma Ciência como sendo individualista e elitista, destacando gênios, homens, brancos e isolados, ignorando o papel do trabalho coletivo, cooperativo e o intercâmbio entre grupos de cientistas. Essa visão acaba sendo reforçada pelo destaque dado na mídia ao prêmio Nobel da Ciência. É uma concepção socialmente neutra da Ciência que destaca a construção do conhecimento científico nem para o bem, nem para o mal, um conhecimento neutro, não considerando as complexas relações estabelecidas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Assim, uma concepção mais adequada seria a compreensão do caráter social do desenvolvimento científico.

A partir dessa base teórica, volta-se a discutir a construção do modelo de DNA. É apresentado o vídeo “A Ciência tem gênero” produzido pela UFSCar<sup>3</sup>, e os seguintes questionamentos são levantados: Há profissões mais femininas ou mais masculinas? Por quê? Qual a sua opinião em relação às diferenças no número de publicações de homens e mulheres? Podemos afirmar que a Ciência faz descrições deterministas em relação a gênero?

Por meio da discussão dessas questões, pode-se conhecer algumas noções das/dos docentes em relação a gênero e à Ciência. Logo após, são apresentadas algumas definições de gênero, sexo, identidades de gênero e identidades sexuais baseadas na literatura (Scott, 1995; Pierucci, 1999; Louro, 2003).

São discutidos com as/os docentes algumas justificativas deterministas a respeito das diferenças entre homens e mulheres, que vão desde a maneira como usamos nosso cérebro e sua

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4sYqMQqp40Q>

estrutura, como diferenças hormonais e genéticas. Debate-se também diferenciações entre sexo biológico, orientação sexual e identidade de gênero, pois grande parte das discussões a respeito de gênero, de algum modo, inclui ou engloba as questões de sexualidade. Porém, é relevante que se estabeleçam algumas distinções entre gênero e sexualidade, ou entre identidades de gênero e identidades de sexualidade. Identidades sexuais se constituem por meio das formas como se vive a sexualidade, com parceiros ou parceiras do mesmo sexo, do sexo oposto, de ambos os sexos ou sem parceiros ou parceiras. Por outro lado, os sujeitos também se identificam, social e historicamente, com as possíveis variações das representações masculinas ou femininas e assim constroem suas identidades de gênero. Apesar dessa diferenciação, essas identidades (sexuais e de gênero) estão profundamente inter-relacionadas (Louro, 2003).

O vídeo “Donos de casa” - capítulo 01 <sup>4</sup> é apresentado para debater as questões de construção de gênero. Após, são lançadas algumas questões como: As características de gênero são construídas ou geneticamente determinadas? O que é ser homem? O que é ser mulher? Em seguida, para refletir, projeta-se o clipe de Pepeu Gomes, “Masculino-feminino”<sup>5</sup>.

A naturalização dos papéis de gênero deve ser debatida, uma vez que, a distinção sexual, serve para compreender e justificar as mais variadas distinções entre mulheres e homens e, assim, promover a desigualdade social. Foram construídas teorias que “comprovam” diferenças físicas, psíquicas, comportamentais, entre outras, para mostrar diferentes habilidades sociais, talentos ou aptidões. Desse modo, são justificados os lugares sociais, as possibilidades e os destinos “próprios” de cada gênero (Louro, 2003). Para contextualizar essa discussão algumas publicações em revistas, como por exemplo: *Veja*, *Super Interessante*, *Mente e Cérebro* e *Crescer*, que trazem a construção dos gêneros como sendo determinados biologicamente e naturalizam os papéis de cada gênero.

Para contextualizar essa discussão na Epistemologia da Ciência, é utilizado o referencial teórico de Evelyn Fox Keller (2006) que também se refere a essa desconstrução, argumentando que essa forma de diferenciações se encontra nos pressupostos da Ciência tradicional, sendo relevante transformá-la para se atingir uma Ciência diferente da tradicionalmente feita.

Após essa discussão, às/aos docentes devem ser lembrados que todo o conhecimento produzido numa sociedade tem cor, sexo, gênero, religião e classe social e que não somos produtos de determinação. Dessa maneira, volta-se a questionar se a produção do conhecimento científico é imparcial em relação às questões de Gênero.

Para organizar o conhecimento relativo às influências das questões de gênero na construção do conhecimento científico, apresenta-se a atividade “Fósseis reais, Ciência real!!!” (Lederman & Abd-El-Khalick, 1998, tradução nossa), que tem como objetivo ajudar as/os docentes a perceber que o conhecimento científico é, em parte, um produto da inferência humana, da imaginação e da criatividade. As/os docentes são divididos em grupos. Cada grupo recebe um fragmento de fóssil, solicita-se que façam um esquema do esqueleto do organismo, desenhem o possível animal ou vegetal e descrevam o *habitat*, a alimentação, o comportamento, e outras características do organismo.

Depois de desenvolvida a atividade, os grupos apresentam os resultados e são questionados: Vocês sabiam de que animal ou vegetal era o fragmento fóssil? Esse conhecimento afetou suas inferências da alimentação, *habitat*, entre outros? É possível que cientistas enfrentem situações semelhantes? É provável que, em tais tentativas, os cientistas podem acabar com uma imagem final diferente da realidade?

<sup>4</sup> Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=6HbqUkFDVW4>

<sup>5</sup> Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=nDE8-atWWcQ>

Salienta-se que a atividade desenvolvida é muito semelhante ao que paleobiologistas e outros cientistas que investigam fósseis costumam fazer. Muita criatividade está envolvida na extrapolação ou nas inferências a partir dos fósseis. O capítulo 28 do livro técnico de paleontologia de Ismar de Souza Carvalho (2010), que trata de ilustrações paleontológicas é utilizado para contextualizar essa discussão. Para concluir, apresenta-se uma imagem e questiona-se: é possível que os cientistas produzam uma imagem final diferente da realidade? (Lederman & Abd-El-Khalick, 1998).

Em seguida, é apresentado as/os docentes duas imagens presentes num livro didático e num técnico, com parte da história da evolução humana e solicita-se que descrevam o que era imaginação, inferência, criatividade e observação, além de perceber estereótipos característicos dos papéis de feminino e masculino em nossa sociedade. Ressalta-se que tudo o que está disponível para os cientistas são alguns dentes, ferramentas e partes de crânios e esqueletos. Inferência, imaginação e criatividade servem para preencher as lacunas, que, nesse caso, parecem ser enormes (Lederman & Abd-El-Khalick, 1998). Questiona-se se esse conhecimento é afetado, em graus diferentes, pelo contexto social e cultural em que é produzido, usando como base para essas discussões o livro *Biologia Evolutiva*, de Douglas Futuyama (2009), no qual o autor afirma que deve-se distinguir afirmações baseadas em dados daquelas que são opiniões dos autores, que incorporam seus próprios valores.

As diferentes histórias da evolução humana são apresentadas, a primeira centrada no “*Manhunter*” e seu papel crucial na evolução dos seres humanos para a forma que hoje conhecemos. A segunda, que é mais consistente com uma abordagem feminista, é centrada na mulher “coletora” e seu papel central na evolução dos seres humanos (Lederman & Abd-El-Khalick, 1998). Entretanto, algumas feministas, hoje, criticam esses dois modelos de interpretação da evolução humana, pois eles mantêm a dualidade de papéis entre homens e mulheres, sendo as mulheres as coletoras, na esfera privada, e os homens os caçadores, na esfera pública.

Após, apresenta-se um vídeo do *Discovery Channel* – “Homem pré-histórico: vivendo entre feras”<sup>6</sup>. Reflete-se a partir desse vídeo questões como: Podemos afirmar que o homem pré-histórico vivia dessa maneira? Imaginação, inferência e criatividade estão presentes nesse documentário? Os papéis atribuídos às mulheres na nossa sociedade são reproduzidos nesse documentário? Esse documentário é científico?

Em seguida, realiza-se um relato da história das pesquisas em relação aos cromossomos sexuais. Por volta de 1900, pesquisadores observaram que um par de cromossomos poderia ser diferente um do outro, o que denominaram de cromossomos sexuais. Nessa época, discutia-se como o sexo era determinado. Em pesquisas com espermatogênese de gafanhotos, percebeu-se a existência de um corpúsculo, que foi denominado de “cromossomo acessório” e representado pela letra “X”. O pesquisador McClung constatou a presença desse cromossomo em metade dos espermatozoides (Martins & Brito, 2006). A questão levantada foi: Qual a hipótese proposta por esse pesquisador?

Ele propôs que os espermatozoides que possuíam esse cromossomo acessório seria o masculino (McClung, 1901; 1902 apud Martins & Brito, 2006). Assim, descreveu o modelo proposto como macho XX e fêmea X0. Esse modelo foi mais tarde, em 1905, substituído pelo modelo macho XY e fêmea XX, proposto pela pesquisadora Nettie Maria Stevens (Martins & Brito, 2006). Discute-se com as/os docentes, nesse momento, se a inferência do pesquisador McClung possuía um viés de gênero, uma vez que ele tinha duas opções com a mesma probabilidade de ocorrência.

Vários são os exemplos de repetição de estereótipos femininos na construção do conhecimento científico. Evelyn Fox Keller (2006) traz, em seu artigo, uma discussão em relação ao

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JxUroniMIO8>

impacto do feminismo na Ciência, artigo entregue às/aos docentes para aprofundar seus conhecimentos.

A seguir, relaciona-se a NdC e as questões de gênero no Ensino de Ciências. Problematisa-se a questão do desinteresse das mulheres por carreiras em áreas científicas e apresenta-se algumas das razões descritas na literatura para esse desinteresse (Batista et al., 2013). Essa questão não é somente uma discussão nacional, mas internacional. Para contextualizar, exibe-se o vídeo do projeto TWIST (*Towards Women in Science & Technology*)<sup>7</sup> que discute o fato de que as mulheres, hoje, detêm apenas 12% dos altos cargos na área científica na Europa e que a diversidade de gênero é essencial para a criatividade e inovação na Ciência. Desse modo, o projeto investe num programa educacional para sensibilizar jovens, docentes e familiares. Além disso o projeto incentiva jovens pesquisadoras da Alemanha, da fundação Christiane Nüsslein-Volhard que auxilia financeiramente essas jovens nas tarefas domésticas e educação dos filhos. A Professora Dra. Christiane Nüsslein-Volhard foi a ganhadora do prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina de 1995.

Questiona-se: Será que reforçamos esses estereótipos de feminino e masculino em nossas salas de aula? Discute-se como nossas concepções de Ciência e de gênero influenciam na maneira como ministramos nossas aulas, tanto em relação à apresentação dos conhecimentos científicos como em relação às metodologias de ensino empregadas, bem como na atenção diferenciada que podemos dar às meninas e aos meninos (Zohar & Sela, 2003; Tindall & Hamil, 2004; Pinho, 2009; Autor X1).

Solicita-se às/aos docentes que descrevam como ensinam o processo de fecundação. Para contextualizar usa-se um trecho do processo de fecundação apresentado no programa *Fantástico*, na série “Viagem fantástica do corpo humano, o incrível processo do nascimento até a morte”<sup>8</sup>. Nesse documentário são repetidos alguns estereótipos atribuídos ao gênero feminino e descritos por Evelyn Fox Keller (2006). Ao óvulo é atribuído um papel mais passivo e a partes do sistema reprodutor feminino são atribuídas características de hostilidade, enquanto o espermatozoide tem um papel mais ativo, sendo o responsável por carregar a carga genética “melhor”.

Após algumas questões são expostas para reflexão: Quais papéis são atribuídos ao óvulo e ao espermatozoide? Esses papéis são naturalizados? Como essa descrição se apresenta no livro didático? Qual a relação da construção do conhecimento científico com a descrição desse processo?

Outra questão naturalizada no Ensino de Ciências é a distinção entre hormônios masculinos e hormônios femininos, o que favorece a ideia de que a testosterona só existe no corpo masculino e o estrogênio no corpo feminino, fato que não é real (Fausto-Sterling, 2000). Em pesquisa realizada por Nehm e Young (2008) mostra-se que, em livros didáticos dos Estados Unidos, ainda se discute os hormônios sexuais como sendo distintos para homens e mulheres. Foi distribuído um trecho do artigo de Nehm e Young (2008) “‘Sex Hormones’ in Secondary School Biology Textbooks”, em que se descreve uma síntese da história das pesquisas hormonais relacionadas ao sexo. Após o grande grupo de docentes é dividido em grupos menores e é proposta a seguinte atividade com o livro didático utilizados nas escolas:

1) Referência do livro didático. 2) Os textos indicam que a testosterona e estrogênio são hormônios específicos, isto é, que a testosterona está presente exclusivamente em homens e o estrógeno exclusivamente em mulheres? 3) Será que os textos indicam papéis fisiológicos restritos ao sexo para a testosterona e/ou para o estrógeno? 4) As conceituações de hormônios e de diferenças sexuais apresentadas nos livros didáticos estão de acordo com as ideias científicas atuais em relação a esse assunto? (Nehm & Young, 2008, tradução nossa).

<sup>7</sup> Disponível em: <http://www.the-twist-project.eu/en/>

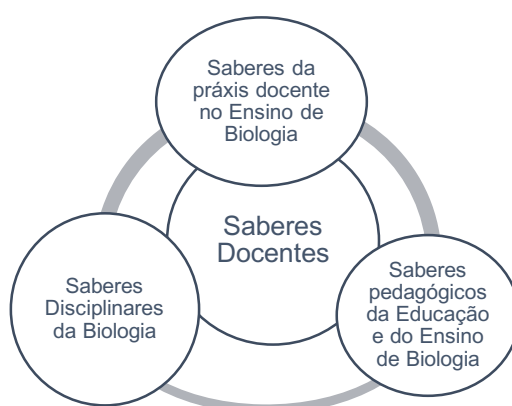
<sup>8</sup> Disponível: <https://www.youtube.com/watch?v=SBYujRVVuS0>



Após essa reflexão, cada grupo apresenta aos demais grupos os resultados da pesquisa e a discussão nos grupos menores. Foram selecionados alguns livros didáticos utilizados atualmente (Mendoza & Laurence, 2010; Amabis & Martho, 2010) e a página da internet da SEED-PR, que possui um local específico para materiais educativos e conteúdos de Biologia. Foram selecionados alguns infográficos, figuras e descrições que mostram essas diferenciações dualistas entre os hormônios.

A partir da reflexão realizada por meio dos materiais didáticos, questiona-se: Quais os saberes necessários para que possamos promover um ensino baseado na perspectiva da Natureza da Ciência e na visibilidade do Gênero? Discute-se com as/os docentes que nossa profissão requer um conjunto de saberes e que são saberes plurais. Elenca-se alguns saberes citados pelas/os docentes e apresenta-se a tipologia elaborada com base nas referências dos saberes docentes (figura 01).

Figura 01: Saberes docentes necessários ao ensino de Biologia



Fonte: Elaborada pela autora (2014)

Esses saberes são interdependentes e estão interligados com outros saberes e podem ser mobilizados em diferentes situações. Aqui nos limitaremos ao ambiente escolar. A seguir discutiremos cada um dos saberes apresentados na figura 01.

- **Saberes Disciplinares da Biologia:** o conhecimento disciplinar não é produzido pela/o docente. No caso da Biologia, é produzido pelos cientistas das diversas áreas específicas, como zoologia, botânica, biologia celular, genética, biotecnologia, entre outros. Entretanto, a maneira como a/o docente compreende esse conhecimento e a dinâmica de sua construção estão diretamente relacionadas ao ensino de Biologia (Gil Pérez et al., 2001; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Entre os saberes disciplinares também incluímos a História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC), pois esses conhecimentos possibilitam uma compreensão adequada da Natureza da Biologia e de suas relações com a tecnologia e a sociedade.

- **Saberes pedagógicos da Educação e do Ensino de Biologia:** o conhecimento pedagógico está relacionado ao contexto do ensino e da aprendizagem, pois é produzido por pesquisadores da área da Educação e do Ensino de Ciências e Biologia. Dentre essas áreas podemos citar os conhecimentos produzidos pela Pedagogia, História da Educação, Didática Geral, Didática da Biologia, Psicologia, Sociologia, entre outros.

Deve-se destacar que esse conhecimento é de grande valia, pois não basta termos o conhecimento disciplinar dos conteúdos de Biologia, o que por muitas vezes é enfatizado nos cursos de formação inicial, no entanto, **precisamos saber como ensinar**. O saber pedagógico construído por meio das pesquisas da área pode nos mostrar caminhos para que saibamos problematizar as situações de ensino, articular os conhecimentos disponíveis e pertinentes de serem ensinados aos estudantes em cada contexto. Além disso, esses conhecimentos possibilitam à/o docente escolher de maneira

adequada os materiais didáticos que serão utilizados em sala de aula, como por exemplo: livros didáticos, paradidáticos, *kits* de laboratórios, textos, entre outros.

No caso do Ensino de Ciências e Biologia, os saberes pedagógicos nos oferecem a condição de questionar as visões de Ciências que são trabalhadas e refletir a propósito de um ensino repetitivo, dogmático e acrítico, para romper com as abordagens simplistas de senso comum (Carvalho & Gil-Pérez, 2011).

**Saberes da práxis<sup>9</sup> docente no Ensino de Biologia:** o conhecimento da práxis docente é construído pela/o docente em sua prática diária, num movimento constante entre ação e reflexão, que a/o possibilita transformar seu ensino e a si mesma/o. Nesses momentos, é fundamental a/o docente articular os demais saberes (disciplinares e pedagógicos) para construir o **conhecimento na ação**, de maneira pedagogicamente coerente e possível de adaptação às variações e ao contexto histórico e social das/dos estudantes.

Nesse processo a/o docente tem a oportunidade de refletir na ação, sobre a ação e na reflexão sobre a reflexão na ação (Schön, 1997), baseados numa perspectiva crítica e com suporte na teoria. Dessa forma, é possível produzir novos saberes num processo permanente de reflexão crítica de sua práxis, que não é individual, mas mediada por professores, pesquisadores e os conhecimentos das áreas disciplinares e pedagógicas. Dessa maneira, podemos dizer que a construção desse conhecimento pode ocorrer:

[...] transformando o conhecimento sobre a matéria em maneiras didáticas que sejam adaptáveis à diversidade dos alunos. Em seguida, realiza a transformação do que vai ser ensinado preparando, representando, selecionando e adaptando às características dos alunos. Na instrução, o professor utiliza o manejo, as interações, enfim, aspectos do ensino ativo, por descoberta ou por investigação, associando as características observáveis do ensino. Depois, verifica a compreensão dos alunos durante o ensino e o seu próprio desempenho como professor, o que corresponde à avaliação. Prossegue com a reflexão, revisando, reconstruindo, representando e analisando criticamente os desempenhos dos envolvidos (professor e alunos), fundamentando as explicações em evidências. E, por último, o que representa um recomeço, realiza nova compreensão dos objetivos, do conteúdo, dos alunos, do ensino e de si mesmo, de maneira que consolide novas formas de compreensão e de aprendizagem (Silva & Bastos, 2012, p.174).

Deve-se ressaltar que os saberes da práxis docente são influenciados pelos valores, atitudes e princípios éticos da/do docente.

Ao considerarmos a relação dialética entre os saberes disciplinares, pedagógicos e da práxis docente, estamos formando profissionais interdisciplinares, uma vez que, para um adequado exercício de sua profissão, faz-se necessária a interação desses saberes, tratando assim de maneira global e integrada às questões de ensino e de aprendizagem de sua disciplina (Batista, 2009).

Para finalizar, voltamos à discussão inicial, em relação à formação docente. É preciso entender que o ensino exige da/do docente a capacidade de utilizar, no seu cotidiano, um vasto leque de saberes. Portanto, é um saber plural. No ensino da Biologia devemos formar docentes cientes de que a natureza dos saberes do ensino é difusa, complexa, heterogênea e provém de diferentes fontes

<sup>9</sup> Para Freire uma educação libertadora realiza a práxis a qual une reflexão e ação, desse modo “[...] A reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria / Prática sem a qual a teoria pode ir virando blábláblá e a prática, ativismo. [...]” (Freire, 2003, p. 22). Nesse sentido, Gramsci também acentua a importância da “unidade de teoria e prática”, como filosofia da práxis (Gramsci, 1975).



e que devemos refletir constantemente a favor de um ensino de qualidade, crítico e reflexivo que propicie um contexto social mais justo.

A questão problematizada é: Que aspectos devemos levar em consideração no Ensino de Ciências e Biologia? Em relação a NdC evidencia-se a necessidade de humanizar a Ciência, uma breve síntese integradora dos aspectos da NdC tratados durante toda a UD é revista.

Já em relação a gênero e Ensino de Ciência e Biologia, são elencado alguns aspectos característicos do ensino tradicional de Ciências, que, por muitas vezes, impossibilitam a contextualização e compreensão das Ciências Naturais, contribuindo assim para o desinteresse por parte das meninas em escolher carreiras em Ciências Naturais e nas áreas Tecnológicas (Batista et al., 2013).

Para finalizar, se propõem aos docentes a elaboração de uma UD que evidencie aspectos da NdC e a visibilidade de gênero na Ciência na sua construção. O planejamento de uma aula pode possibilitar correlações entre os saberes disciplinares, pedagógicos e da práxis docente, saberes esses que precisam ser evidenciados em todos os momentos da UD.

Os dados empíricos coletados durante a aplicação da unidade didática **Construção do conhecimento científico e a visibilidade de gênero na Ciência**, bem como as reflexões e discussões podem ser encontradas na tese de Heerd (2014) e no artigo de Heerd & Batista (2016).

### **Considerações finais**

A sistematização da UD **Construção do conhecimento científico e a visibilidade de gênero na Ciência** foi baseada em um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, neste caso o de desconstruir visões equivocadas de aspectos da Natureza da Ciência e desnaturalizar o papel secundário da mulher na construção do conhecimento científico e na Ciência.

Na formação inicial e/ou em serviço, muitas vezes as Ciências são apresentadas de forma equivocada e descontextualizada, desconsiderando o modo como foram construídas e produzidas, ou seja, não incorporando as discussões oriundas dos estudos a respeito da NdC e de gênero na Ciência. Compreender elementos relativos à NdC é um passo relevante para o seu ensino, pois permite ao docente refletir a respeito do que é Ciência, sua estrutura e dinâmica, suas relações com a tecnologia e a sociedade, as relações de gênero presentes nessa dinâmica, entre outros fatores que possibilitam pensar em estratégias didáticas adequadas.

Esta UD é um modelo pedagógico para tratar das questões de Ciência, Natureza da Ciência e Gênero na escola. Esta UD foi elaborada pensando no papel pedagógico das/dos docentes, no entanto, pode ser adaptada para diversas idades e contextos escolares. Deve-se, no entanto, levar em consideração: os conhecimentos prévios, os conteúdos propostos de maneira contextualizada e que provoquem conflito cognitivo, e no caso das/os docentes que promova a habilidade de ensinar e refletir as questões de Ciência e Gênero na escola.

Existe carência de pesquisas empíricas que evidenciem os saberes docentes relacionados à NdC e às questões de gênero na Ciência e na sua construção, a UD ou alguns de seus elementos podem contribuir de maneira significativa nesse processo de (re)conhecimento dos saberes docentes.

## Agradecimentos

Ao CNPq e à CAPES.

## Referências

- Abd-El-Khalick, F. (1998). *The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science*. (Doctoral dissertation, Oregon State University, Oregon). Recuperado de <https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/handle/1957/9728>.
- \_\_\_\_\_. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15–42. doi:10.1080/09500690410001673810
- \_\_\_\_\_. (2013). Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. *Science e Education*. 22(9), 2087–2107. doi: 10.1007/s11191-012-9520-2
- Abd-El-Khalick, F. & Akerson, V. L. (2009). The Influence of Metacognitive Training on Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2161–2184. doi: [10.1080/09500690802563324](https://doi.org/10.1080/09500690802563324)
- Abd-El-Khalick, F.; Bell, R. L. & Lederman, N.G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N.G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. doi: 10.1080/09500690050044044
- Aikenhead, G. (2003). STS Education: A Rose by Any Other Name. In: R. CROSS (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham*, (59-75). New York: Routledge Falmer. Recuperado de <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.pdf>
- Akerson, V. L., et al. (2012). Developing a Community of Practice to Support Preservice Elementary Teachers' Nature of Science Instruction. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1371–1392. doi: 10.1080/09500693.2011.639100
- Akerson, V. L. & Abd-El-Khalick, F. S. (2003). Teaching elements of nature of science: A year long case study of a fourth grade teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1025–1049. doi: 10.1002/tea.10119
- Akerson, V. L.; Cullen, T. A. & Hanson, D. L. (2009). Fostering a Community of Practice through a Professional Development Program to Improve Elementary Teachers' Views of Nature of Science and Teaching Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(10), 1090–1113. doi: 10.1002/tea.20303
- Alves, R. (1981). *Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras*. São Paulo: Brasiliense.
- Amabis, J. & Martho, G. (2010). *Biologia*. São Paulo: Editora Moderna.
- Anderson, E. (2011). Feminist Epistemology and Philosophy of Science. In: Edward N. (Ed.) Zalta. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Recuperado de <http://plato.stanford.edu/archives/spr2011/entries/feminism-epistemology/>

- Angós, T. N. (2010). *Participación de Mujeres Científicas em la Construcción de Algunas Teorías Científicas Vigentes em la Tecnociencia Actual*. In Atas VII Congresso Iberoamericano de Ciência, Tecnologia e Gênero. Curitiba, PR.
- Batista, I. de L. (2009). Reconstruções histórico-filosóficas e a pesquisa interdisciplinar em educação científica e matemática. In: Batista, I.L.; Salvi, R. F. (Org.). *Pós-graduação em ensino de ciências e educação matemática: um perfil de pesquisas*. 1a ed. Londrina: EDUEL - Editora da Universidade Estadual de Londrina.
- \_\_\_\_\_. (1999). *A teoria universal de Fermi: da sua formulação inicial à reformulação V-A*. (Tese de Doutorado - Departamento de Filosofia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo).
- Batista, I. de L., Heerdt, B., Kikuchi, L. A., Corrêa, M. L., Barbosa, R.G. & Bastos, V. C. (2013) Saberes docentes e invisibilidade feminina nas Ciências. In Atas IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Águas de Lindóia, SP.
- Bell, R. L.; Matkins, J. J. & Gansneder, B. M. (2011). Impacts of Contextual and Explicit Instruction on Preservice Elementary Teachers' Understandings of the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414–436. doi: 10.1002/tea.20402.
- Cachapuz, A., et al. (2001). A emergência da didática das Ciências como campo específico de conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1), 155-195. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/374/37414108.pdf>
- Carvalho, A. M. P. de, & Gil-Pérez, Daniel. (2011). *Formação de professores de Ciências: Tendências e Inovações*. São Paulo: Cortez.
- Carvalho, I. S. (2010). *Paleontologia: conceitos e métodos*. Rio de Janeiro: Interciência.
- Chalmers, A. F. (1993). *O que é ciência afinal?* São Paulo: Editora Brasiliense.
- Clough, M. P., & Olson, J. K. (2008). Teaching and assessing the nature of science: An Introduction. *Science & Education*, 17(2), 143–145. doi: 17: 143. doi:10.1007/s11191-007-9083-9
- Fausto-Sterling, A. (2000). *Sexing the Body: Gender Politics and the Construction of Sexuality*. New York: Basic Books. Recuperado de <https://libcom.org/files/Fausto-Sterling%20-%20Sexing%20the%20Body.pdf>
- Freire, P. (2003). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 26. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Futuyama, D. J. (2009). *Biologia Evolutiva*. Ribeirão Preto: FUNPEC.
- Gauthier, C., et al. (1998). *Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*. Ijuí: UNIJUÍ.
- Gelstein, S. et al. (2011). Human Tears Contain a Chemosignal. *Science*, 14(331), 226-230. doi: 10.1126/science.1198331.
- Gil Pérez, D. et al. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho Científico. *Ciência e Educação*, 7(2), 125-153. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>.

- Gramsci, A. (1975). *Quaderni del carcere*. Torino: Einaudi. Recuperado de [http://www.inventati.org/thinklab/archivio/gramsci/Gramsci%20-%20Quaderni%20del%20carcere%20vol%201%20\(I-V\).pdf](http://www.inventati.org/thinklab/archivio/gramsci/Gramsci%20-%20Quaderni%20del%20carcere%20vol%201%20(I-V).pdf)
- Haraway, D. (1992). *The Promise of Monsters: A Regenerative Politics for Inappropriate/d Others*. Cultural Studies (Eds.) Lawrence Grossberg.
- Harding, S. (2010). Gender, Democracy, and philosophy of science. *The Pantaneto Forum*, 38. Recuperado de <http://www.pantaneto.co.uk/issue38/harding.htm>.
- Heerdt, B., Batista, I. de L., Corrêa, M. L., Salvi, R. F. & Bastos, V. C. (2013). Modelos Científicos e suas relações: noções de professores da área de Biociências. In Atas IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Águas de Lindóia, SP.
- Heerdt, B. (2014). *Saberes docentes: Gênero, Natureza da Ciência e Educação Científica*. (Tese de doutorado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina). Disponível em: [http://www.uel.br/pos/mecem/arquivos\\_pdf/HEERDT%20Bettina.pdf](http://www.uel.br/pos/mecem/arquivos_pdf/HEERDT%20Bettina.pdf).
- Heerdt, B. & Batista, I. de L. (2016). Questões de Gênero e da Natureza da Ciência na Formação Docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21 (2), 30-51. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/7/188>
- Ifhiecem. Investigações em Filosofia e História da Ciência, Educação em Ciências e Matemática. Disponível: <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/ifhiecem/index.html>.
- Keller, E. F. (2006). Qual foi o impacto do feminismo na ciência? Tradução de Maria Luiza Lara. *Cadernos Pagu*, 27, julho-dezembro, 13-34. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/cpa/n27/32137.pdf>.
- Lederman, N. G. (1992). Students and teachers conceptions about the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331–359. doi: 10.1002/tea.3660290404.
- \_\_\_\_\_. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In: Abell S. K. & Lederman N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education* (831–879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521. doi: 10.1002/tea.10034.
- Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding De-Natured Science: Activities That Promote Understandings of the Nature of Science. In W. F. MCCOMAS (Ed). *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (83–126). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. Recuperado de <http://web.missouri.edu/~hanuscind/8710/AvoidingDeNaturedScience.pdf>.
- Liu, H., & Chen, C. (2002). Promoting Preservice Chemistry Teachers' Understanding about the Nature of Science through History. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 773–792. doi: 10.1002/tea.10045.

- Liu, S., & Lederman, N. G. (2007). Exploring Prospective Teachers' Worldviews and Conceptions of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 29(10), 1281–1307. doi: 10.1080/09500690601140019.
- Louro, G. L. (2003). *Gênero, sexualidade e educação: Uma perspectiva pós-estruturalista*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- \_\_\_\_\_. (2008). Gênero e sexualidade: pedagogias contemporâneas. *Pro-Posições*, 19, 2 (56). doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-73072008000200003>.
- Martins, L. A. P., & Brito, A. P. O. P. M. (2006). A história da Ciência e o Ensino da Genética e evolução no nível médio. In: Silva, C. C. (Org). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para a aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Mayr, E. (2008). *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Morgan, M. S., & Morrison, M. (1999). *Model as Mediators: perspectives on natural and social science*. Cambridge University Press, New York.
- Nehm, R. H., & Young, R. (2008). “Sex Hormones” in Secondary School Biology Textbooks. *Science and Education*, 17(10), 1175–1190. doi: 10.1007/s11191-008-9137-7
- Ortiz, A. et al. (2013). *Noções de professores de Física e Química acerca de alguns elementos da Natureza da Ciência*. In Atas IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Águas de Lindóia, SP.
- Osada, N. M., & Costa, M. C. (2006). A construção social de gênero na Biologia: preconceitos e obstáculos na biologia molecular. *Cadernos Pagu*, 27, julho - dezembro, 279-299. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/cpa/n27/32145.pdf>
- Osborne, J. et al. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720. doi: 10.1002/tea.10105.
- Pinho, M. J. S. (2009). *Gênero em Biologia no Ensino Médio: uma análise de livros didáticos e discurso docente* (Dissertação Mestrado em Educação - Universidade Federal da Bahia, Salvador). Recuperado de <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/10997/1/Maria%20Jose%20Pinho.pdf>
- Pierucci, A. F. (1999). *Ciladas da Diferença*. São Paulo: 34.
- Sayão, L. F. (2001). Modelos teóricos em ciência da informação – abstração e método científico. *Ciência da Informação*, 30(1), janeiro – abril, 82-91. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ci/v30n1/a10v30n1>
- Schön, D. A. (1997). Formar professores como profissionais reflexivos. In: A. NÓVOA (Org.). *Os professores e sua formação* (pp. 77-913). Ed. Lisboa: Dom Quixote.
- Schwartz, R. S., & Lederman, N. G. (2002). “It's the nature of the beast”: The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205 - 236. doi: 10.1002/tea.10021.
- Scott, J. (2005). O enigma da igualdade. *Estudos Feministas*, Florianópolis, 13(1), 11-30. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ref/v13n1/a02v13n1.pdf>.

- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- \_\_\_\_\_. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, Washington, 15(2), 4-14.
- Silva, V. F. E., & Bastos, F. (2012). Formação de Professores de Ciências: reflexões sobre a formação continuada. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(2), setembro, 150-188. Recuperado de <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/134894/ISSN1982-5153-2012-05-02-150-188.pdf?sequence=1>
- Tardif, M. (2004). *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes.
- Tindall, T., & Hamil, Dr. B. (2004). Gender disparity in science education: the causes, consequences and solutions. *Education*, 125(2), 282-295.
- Trumbull, D. J.; Scrano, G., & Bonney, R. (2006). The relations among two teachers' practices and beliefs, conceptualizations of the nature of science, and their implementation of student independent inquiry projects. *International Journal of Science Education*, 28, 1717–1750. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/09500690600560928>
- Waters-Adams, S. (2006). The Relationship between Understanding of the Nature of Science and Practice: The influence of teachers' beliefs about education, teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 28(8), 919–944. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/09500690500498351>
- Yalvac, B. et al. (2007). Turkish Pre-Service Science Teachers' Views on Science–Technology–Society Issues. *International Journal of Science Education*, 29(3), 331–348. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/09500690600708667>
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa*. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed.
- Zohar, A., & Sela, D. (2003). Her physics, his physics: gender issues in Israeli advanced placement physics classes. *International Journal of Science Education*, 25(2), 245-268. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/09500690210126766>