

# O CONHECIMENTO DISCIPLINAR DOCENTE PARA ENSINAR CIÊNCIAS NATURAIS: REFLEXÕES SOBRE A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

TEACHING DISCIPLINARY KNOWLEDGE TO TEACH NATURAL SCIENCES: REFLECTIONS FOR TEACHER'S INITIAL TRAINING

**Isauro Beltrán Núñez<sup>1</sup>**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-3224-4694>

**Betânia Leite Ramalho<sup>2</sup>**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-0139-2416>

## RESUMO

O conhecimento do conteúdo a se ensinar é considerado relevante na constituição da profissionalização da docência. Ele é a maior competência do professor. Por isso, diversos estudos têm abordado os conhecimentos profissionais dos professores para ensinar ciências enfatizando o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, e o conhecimento disciplinar tem sido menos estudado. Neste artigo, apresenta-se uma reflexão sobre o conhecimento profissional disciplinar, com foco em sua natureza e em sua dimensão e se mostra que, como às vezes se supõe, ele não se configura apenas no corpo teórico. Esta reflexão pode contribuir para que se repense a formação inicial dos professores de ciências, na perspectiva da profissionalização da docência.

**Palavras-chave:** Conhecimento profissional. Conhecimento disciplinar. Profissionalização docente.

## 1 INTRODUÇÃO

A educação científica dos estudantes da Educação Básica e a formação de professores para essa finalidade são temas relevantes nas investigações da Didática das Ciências. Uma questão que se destaca nessas investigações são os saberes e os conhecimentos docentes para ensinar ciências segundo as exigências da sociedade no Século XXI.

Em relação aos conhecimentos profissionais dos professores, que são necessários para a atividade profissional de ensinar ciências, existe uma vasta produção, em especial, no que diz respeito ao chamado Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (SHULMAN, 2005). Porém outros conhecimentos, como o conhecimento disciplinar e sua estrutura, não têm sido objeto de estudo na mesma extensão, razão por que este

---

<sup>1</sup> Professor titular do Centro de Educação da UFRN; Doutor em Pedagogia; pesquisa sobre formação de professores de ciências e formação de conceitos científicos na perspectiva da Teoria de P. Ya. Galperin. E-mail: isaurobeltran@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professora titular do Centro de Educação da UFRN; Doutora em Educação; pesquisa sobre Formação de professores. E-mail: betania.leite@terra.com.br

artigo centra sua atenção nesses conhecimentos profissionais dos futuros professores para ensinar Ciências, apoiando-se nos pressupostos teóricos sobre a profissionalização da docência dos seguintes autores: Shulman (1987); Marcelo (2012); Tardif, (2003); Gauthier et al (1998); Schön (2000); Pimenta (1998); Braslavsky (1999); Ramalho e Núñez e Gauthier (2004).

Este estudo se propôs a discutir sobre o lugar do conhecimento do conteúdo das Ciências Naturais no âmbito do currículo do ensino fundamental e explicá-lo. Para tal propósito, apresenta uma reflexão teórica sobre a educação científica nesse nível de ensino; na sequência, discute sobre o conhecimento profissional e suas tipologias e dedica especial atenção ao conhecimento disciplinar, seu conteúdo e sua estrutura no contexto da perspectiva da docência profissionalizada.

## **2 A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA ESCOLA DO SÉCULO XXI**

Na atualidade, o desenvolvimento científico e tecnológico tem produzido uma espantosa variedade de conhecimentos, materiais, artefatos e produtos – circuitos, satélites artificiais, clones, medicamentos, nanotecnologias, biotecnologias, que têm mudado o estilo de vida das sociedades. O desenvolvimento da agricultura e dos meios de transporte e a indústria alimentar, dentre outros, é também resultado do desenvolvimento da ciência. Esse desenvolvimento vertiginoso da ciência e da tecnologia e seu impacto na sociedade no Século XXI, aliado ao desenvolvimento das novas tecnologias da informação e das comunicações, numa sociedade economicamente globalizada, impõem profundas mudanças ao ensino das Ciências Naturais, uma vez que a ciência deixou de ser um problema dos cientistas e passou a ser um patrimônio cultural de todos os cidadãos.

A ciência compreende um sistema de conhecimentos, habilidades, atitudes e procedimentos relevantes para se viver, compreender e agir no mundo contemporâneo, associado ao conhecimento das tecnologias. Como parte da cultura universal, ela pode abrir novas possibilidades na vida social e para a formação do mundo do trabalho cada vez mais complexo. Na sociedade global, é necessário incorporar o conhecimento científico para criar, pesquisar e adotar tecnologias. A educação científica, nesse sentido, fornece recursos diferentes para se pensar, agir e tomar decisões sobre os problemas, como os riscos de destruição de reservas naturais, biológicas e energéticas do planeta, os perigos da ação humana para a saúde, dentre outros.

Hodson (2003) aponta para o fato de que um currículo de Ciência e Tecnologia para o Século XXI deve considerar aspectos locais, regionais/nacionais e globais, assim como os interesses idiossincráticos pessoais, focados em sete áreas: saúde humana; recursos da terra, da água e dos minérios; alimentos e agricultura; recursos energéticos e consumo; indústria (inclui manufatura, tempo livre, serviços, biotecnologia e outras); transferência e transporte de informação e responsabilidade ética e social.

Para Lemke (2006), a educação em ciência deve contribuir para melhorar a vida social: oferecer a mais pessoas, no mundo, a oportunidade de terem uma vida melhor. Ensinar a ter uma perspectiva global, e não, só local ou nacional. Colocar, de fato, o interesse global acima do interesse regional ou nacional. A educação em ciência deve contribuir para melhorar a vida dos estudantes e dos mais necessitados. Isso significa promover saúde, satisfazer às suas necessidades básicas, protegê-los dos riscos e, em especial, dar esperança. Também deve desenvolver habilidades e talentos para serem usados a serviço de uma harmonia entre a sociedade global e as outras partes do ecossistema de nosso planeta.

Na Conferência Mundial sobre Ciência para o Século XXI, patrocinada pela UNESCO e pelo International Council for Science (ICSU), foram elaborados a Declaração de Bucareste sobre a Ciência e o uso do saber científico (UNESCO – ICSU, 1999) e o Projeto de Programa em prol da Ciência: Marco Geral de Ação (UNESCO – ICSU, 1999). A Declaração sobre o Uso do Conhecimento Científico, assinada em Budapeste, em 1999, inseriu a ciência seu contexto social e internacional como instrumento de bem-estar dos povos e convocou todos os países a trabalharem a favor da humanidade.

No primeiro dos documentos, no ponto 34, afirma-se:

A educação científica, no sentido único, sem discriminação e que chegue a todos os níveis e modalidades é um requisito prévio essencial da democracia e do desenvolvimento sustentável. [...]. O ensino, a transmissão e a divulgação da Ciência devem ser construídas por essa base [...]. Hoje, mais que nunca se faz necessário fomentar e difundir a alfabetização científica em todas as culturas e em todos os setores da sociedade, [...] a fim de se melhorar a participação dos cidadãos na tomada de decisões relativas às aplicações dos novos conhecimentos. (UNESCO – ICSU, 1999, p. 4).

Na Declaração de Bucareste sobre a Ciência e o uso do saber científico (UNESCO – ICSU, 1999, p.6.), no ponto 41, consta que “[...]os programas de estudos

científicos devem incluir a ética da ciência, assim como uma formação relativa à história, a filosofia e as repercussões culturais da ciência”.

Hodson (2003) considera que os cidadãos devem compreender como a ciência e a tecnologia transformam o ambiente para se defender e exercer seus direitos sem vulnerabilidade numa sociedade democrática, mas dependente tecnologicamente. Os cidadãos cientificamente educados podem se defender dos perigos que pode representar um uso inadequado da ciência e da tecnologia. O Projeto PISA 2015 (ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS, 2015) estabelece indicadores internacionais para a avaliação da competência científica nos países mais desenvolvidos do mundo. Embora existam críticas às avaliações internacionais, elas são uma referência necessária a ser considerada quando se pensa na educação científica desejada para os estudantes da educação básica na escola do Século XXI.

A aprendizagem de ciência deve ajudar os estudantes a conectarem seus conhecimentos com os modelos construídos pelos cientistas para explicá-los, numa dinâmica problematizadora, para prever, compreender e tomar decisões. A ciência e a tecnologia devem estar a serviço da melhoria da qualidade de vida das pessoas e da equidade.

Devido aos desafios atuais e ao desenvolvimento das sociedades contemporâneas e suas perspectivas, é urgente pensar em estratégias pertinentes para conduzir a formação científica dos cidadãos. Nessa perspectiva, o ensino das Ciências da Natureza é responsável por contribuir para que os estudantes se apropriem de conceitos científicos, de habilidades e de atitudes, para que sejam capazes de identificar problemas e de encontrar formas de solucioná-los, além de interpretar e explicar fenômenos, elaborar hipóteses e estratégias de solução para situações problematizadoras da vida real, de ordem pessoal e social e saber trabalhar em equipe, tomar decisões relativas a problemas científicos e tecnológicos que demandam participação dos cidadãos, como prerrogativas para sua formação humana integral e para o exercício da cidadania crítica.

A competência na área das Ciências da Natureza é necessária para que se tenha um conhecimento basilar sobre cidadania na sociedade do Século XXI. A formação científica deve preparar os indivíduos para que reflitam sobre as questões ambientais, econômicas, políticas e sociais. Para essa finalidade, usam os saberes da ciência, por meio de conceitos, habilidades gerais e específicas e atitudes científicas para promover

a aprendizagem de conteúdos relevantes e basilares dos quais a sociedade necessita para se desenvolver.

No Século XXI, o exercício da cidadania requer dos cidadãos autonomia e criatividade e que saiba se posicionar diante de questões relacionadas à ciência e à tecnologia. Em relação à importância de mudanças profundas na educação científica dos estudantes, devem-se considerar os direitos de todos os estudantes de poderem usar o conhecimento científico para “pensar cientificamente” os problemas do cotidiano e outros que afetam a sociedade. O ensino de Ciências deixa de ser uma opção academicista para aceder aos estudos universitários, a fim de se instituir numa via para a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos. O cidadão de hoje precisa de uma formação básica em ciência e em tecnologia para compreender seu entorno e participar das decisões sociais com ética e responsabilidade.

As Ciências da Natureza constituem-se como atividade social, porque são um patrimônio cultural da humanidade construído ao longo da história do homem. Portanto, sua apropriação deve ser entendida como um direito de todos e necessária ao exercício da cidadania, sobretudo, no mundo atual, onde são muitos os desafios que a sociedade enfrenta. Nesse contexto, formar nos estudantes a competência científica é um grande desafio para a escola, porque trabalhar nessa perspectiva possibilita o desenvolvimento do pensamento teórico.

Assim, a inclusão da competência básica científica como componente central do currículo escolar passa a ser entendida como um meio para que os cidadãos possam pensar cientificamente, de modo a propiciar uma formação humana integral constituída de sentidos e significados críticos, não apenas para se apropriar de saberes, mas também para ser capaz de colocar esse conhecimento em ação, como declara Núñez (2009), ou seja, saber transferir conceitos e ações internalizados na escola para o contexto real, a fim de atuar na sociedade e de exercer, de fato, a cidadania e, principalmente, criar as próprias estratégias para aprender e desenvolver-se ao longo da vida.

### **3 ALFABETIZAÇÃO/LETRAMENTO EM CIÊNCIA**

A importância de uma alfabetização científica e tecnológica como parte da educação básica tem sido reiterada em numerosos informes da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2003), assim como no âmbito da União dos Estados Ibero-americanos (VACCAREZZA, et al 2003). Lemke

(2006) considera que a educação em ciências deve ter como meta contribuir para melhorar a sociedade e a vida dos cidadãos. Para o autor, a educação científica deve ajudar o cidadão a ter uma vida digna (com saúde, educação, alimentação, moradia, vestimenta, segurança), desenvolver habilidades e talentos, uma perspectiva global e, em especial, construir esperança. Para isso, a educação em ciência deve orientar-se para problemas sociais, e não, para conceitos abstratos, a fim de poder cultivar e manter a imaginação, a lealdade e os compromissos afetivo e cognitivo.

Na opinião de Furió e de Vilches (1997), ser alfabetizado na perspectiva científica significa adquirir os conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para se desenvolver no dia a dia, para ajudar a resolver os problemas e as necessidades da saúde e da sobrevivência básica, tomar consciência das complexas relações entre ciência e sociedade e, em definitivo, considerar a ciência como parte da cultura de nosso tempo.

Segundo o documento básico referente à inclusão de Ciências no SAEB (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2013), a alfabetização e/ou letramento em ciência representa um processo discursivo, interativo e dialógico, contextualizado nas práticas sociais delimitadas pela escolarização, no qual se possibilita que os sujeitos que participam do processo educativo ajam, interajam, aprendam e deem sentido ao conhecimento científico, como um processo ativo e criativo.

A alfabetização ou letramento científico não só deve formar cidadãos cultos, que dominem a linguagem científica, mas também os ajudar a desmistificar e decodificar as crenças sobre a ciência e os cientistas, reconhecer a falsa neutralidade científica e entrar nas questões epistemológicas e nas terríveis desigualdades ocasionadas pelo uso inadequado da ciência e da tecnologia e suas implicações sociopolíticas.

No Projeto PISA 2015 (ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS, 2015), consta que o letramento científico é importante tanto em âmbito nacional quanto internacional, levando em conta os desafios que enfrenta a humanidade, como a escassez de água e de alimentos, o controle de doenças, a geração de energia e a adaptação às alterações climáticas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para Ciências Naturais (BRASIL, 1998) corroboram esse pensamento quando explicitam que a educação em ciências deve contribuir para formar indivíduos cientificamente letrados, que pensem teoricamente e que dominem e utilizem, na realidade, o universo simbólico, as ferramentas, os recursos tecnológicos e as linguagens de sua construção para a leitura e a atuação no mundo.

Uma meta importante da alfabetização/letramento científica/o é de preparar os cidadãos para encararem a vida com responsabilidade e para que possam agir em favor de si mesmos e da sociedade, ser solidários e capazes de pensar de forma autônoma, propositiva e ética. Para isso, é necessário o pensamento científico, como condição do pensamento analítico e crítico.

A alfabetização/letramento científica/o deve despertar a curiosidade e o interesse pelo mundo natural e criar um sentimento de entusiasmo pela ciência e pela tecnologia. Deve possibilitar a apropriação de termos importantes e as formas de explicar o conhecimento científico e a comunicação e a investigação em Ciências, além do questionamento crítico, de modo a desenvolver um pensamento científico e tecnológico que potencialize um nível adequado de competência em ciência como cidadão.

A alfabetização/letramento científica/o se produz em estreito vínculo com a sociedade e os problemas da natureza, das ciências e da tecnologia. A complexidade dos problemas planetários exige uma visão de totalidade, interdisciplinar e sustentável. A exclusão social, a luta pelos direitos humanos, a qualidade de vida, a sustentabilidade ambiental e a consolidação da democracia vinculam a ciência à cidadania. Outra questão importante na alfabetização/letramento científica/o é o conhecimento da história da ciência e da tecnologia como prática social e cultural. Esse conhecimento é essencial quando se trata de compreender a natureza das ciências.

A renovação da educação científica dos estudantes na escola do Século XXI exige professores com um perfil adequado à inovação pedagógica e com os conhecimentos e as competências necessários para a formação e o desenvolvimento dos estudantes. As novas demandas da educação científica devem levar à existência e a uma correspondência entre o que os professores devem ensinar e sua formação inicial. Como explicam Bolívar e Bolívar (2012, p. 17), pode-se afirmar que é difícil os estudantes adquirirem as competências necessárias para o Século XXI se os professores responsáveis por essa educação carecem delas.

Ramalho e Núñez (2012) asseveram que, embora as condições para o trabalho docente sejam fundamentais, os professores e seus conhecimentos, atitudes, valores e formação também são muito importantes para renovar a escola e melhorar a qualidade da educação.

### 3.1 O conhecimento profissional dos professores

Nas pesquisas sobre a formação dos professores, revelam-se diferentes perspectivas teóricas que descrevem os tipos de conhecimento, os saberes e as competências que esses profissionais devem dominar para favorecer a aprendizagem e a educação dos estudantes e que são necessários como objetos de estudo na formação inicial e continuada.

O conhecimento profissional docente tem sido abordado com diferentes perspectivas. Uma das primeiras sistematizações desses estudos foi desenvolvida por Carter (1990), no contexto do modelo 'Teacher Thinking', em que se pretendiam estudar o professor, seus pensamentos e seus conhecimentos. Fenstenmacher (1994) discute sobre diversos programas de investigação do conhecimento do professor e contribui com o debate nesse campo.

Por outro lado, diversos estudos sobre o conhecimento dos professores a respeito de como ensinar, como os de Shulman (1987), Marcelo (2012), Tardif (2003), Gauthier et al (1998), Schön (2000), Pimenta (1998), Braslavsky (1999), Ramalho, Núñez e Gauthier (2004), têm focado a orientação para profissionalizar a docência. Nas discussões sobre o conhecimento profissional e os saberes docentes, é importante ressaltar as contribuições de Paulo Freire e de seus seguidores, em seu livro, *Pedagogia da Autonomia* (FREIRE, 2001). Esses estudos se dedicaram a investigar como os professores aprendem a ensinar e quais conhecimentos, saberes e competências são necessários para que a atividade do ensino seja exercida formalmente, como uma atividade profissional, e quais as implicações que incidem nos processos de formação e de profissionalização dos professores.

Para Ramalho, Nuñez e Gauthier (2004), a profissionalização apresenta duas dimensões relacionadas entre si: a profissionalidade e o profissionalismo. A primeira diz respeito aos processos de formação de saberes, aos conhecimentos profissionais e às competências profissionais, e o segundo se refere ao 'fazer' e ao 'ser' da atividade profissional em contextos específicos. Neste trabalho, focamos nossa atenção nos conhecimentos ou saberes profissionais como uma dimensão da profissionalidade e da base do conhecimento, componentes da identidade profissional.

A profissionalidade docente, como dimensão da profissionalização do professor, envolve um conjunto de conhecimentos, saberes e competências necessárias ao agir docente (RAMALHO; NUÑEZ e GAUTHIER, 2004). Esse conjunto é denominado de base do conhecimento ou conhecimento profissional - Knowledge Base (SHULMAN,



1986a) - e caracteriza-se como uma atividade profissional que supera as práticas baseadas na racionalidade técnica. Essa base do conhecimento para o ensino orienta o conhecimento desejável que a formação e o desenvolvimento profissional devem propiciar aos professores para sua atividade de ensino. A base do conhecimento para o ensino, segundo as ideias de Shulman (1987), inclui não só conhecimentos para a atividade profissional como também concepções e disposições construídas em diferentes contextos e momentos, assim como experiências da vida pessoal, acadêmica, escolar e profissional.

Na opinião de Gauthier et al (1998), a profissão docente é uma ocupação constituída de saberes essenciais para seu exercício, os quais devem ser mobilizados na prática, para que haja um ensino eficiente, e constituem a base do conhecimento para o Ensino. Essa base representa o que os professores devem saber para ensinar, a fim de que o ensino possa conduzir a aprendizagem dos estudantes. Shulman (1987a) também considera essa base como o repertório profissional em que se incluem os conhecimentos de que o professor necessita para promover a aprendizagem dos estudantes.

Rodrigo et al (1993) sustentam que o conhecimento do professor é pragmático e responde a demandas práticas. Já Elliot (1982) reconhece esse tipo de conhecimento como teoria prática ou marco conceitual – categorizações de problemas práticos, suas explicações e soluções – que estão na base das práticas profissionais de ensino. Esse conhecimento, que se mobiliza para teorizar, agir e justificar a prática profissional, é sistematizado também em disciplinas científicas.

Dubar (1997) reforça a ideia de que os conhecimentos profissionais estão na base dos que caracterizam a identidade profissional, superam as práticas baseadas na racionalidade técnica e estão ligados a configurações da identidade docente profissional. Nessa perspectiva, o professor deixa de ser um técnico que reproduz e aplica saberes para assumir uma postura de profissional que reflete sobre sua prática, de forma crítica, tomando como referência a base de conhecimentos da profissão. Porém, a atividade profissional não é fundamentada somente em conhecimentos, mas também na superação dialética do senso comum pedagógico e da racionalidade técnica limitada por conhecimentos explícitos que possibilitam teorizar a prática.

Para Dubar (1997), são quatro os conhecimentos que estão ligados à configuração da identidade profissional e às combinações de espaço-tempo, que estruturam a identidade profissional docente, a saber: os conhecimentos práticos, que resultam da experiência, são estruturantes da identidade e baseados em certa lógica

instrumental de um trabalho que tem que ser remunerado; o conhecimento profissional, no qual se articulam os saberes práticos e os técnicos como centro da identidade estruturada pelo ofício ou tarefa; o conhecimento da organização, dependente das estratégias organizacionais específicas das instituições escolares e ligado à lógica da responsabilidade; e os conhecimentos teóricos, que estruturam um tipo de identidade que proporciona autonomia intelectual.

Jimenez e Wamba (1997) consideram o conhecimento profissional dos professores como a conjunção de todos os saberes e todas as experiências que um professor detém e que usa no desenvolvimento da atividade de ensino, a qual vai sendo construída a partir da formação inicial e durante a vida profissional. Esse conhecimento pode ser pensado também como um sistema de ideias com diferentes níveis de concretude e articulação, submetidos a uma evolução e a uma reorganização contínua, segundo processos abertos e flexíveis. Tardif (2003) também reforça essa ideia, quando afirma que o saber docente é constituído de um saber plural, constitutivo da prática docente e relacionado aos diversos saberes, como os disciplinares, os curriculares, os experienciais e os pedagógicos.

Em relação aos processos de construção do conhecimento profissional docente, Porlán e Rivero (1998b) afirmam que é um processo complexo, produzido de forma gradual e progressiva, e que leva em conta as concepções de partida dos professores, seus obstáculos e suas possíveis hipóteses de progressão, que facilitam ou não essa evolução. Para se pensar na formação inicial e na continuada dos professores, devem ser analisados os resultados das avaliações, porquanto eles sinalizam erros e dificuldades presentes no conhecimento profissional.

Em relação a essa construção, o conhecimento profissional dos professores renova-se na própria dinâmica do desenvolvimento da profissão. As novas demandas socioprofissionais, atreladas às contradições dialéticas que surgem no contexto da profissão, como dimensão do contexto social, econômico, cultural e político, levam a novas reconfigurações da identidade profissional, em que se incluem novos conhecimentos e diversificadas estratégias de ensino e aprendizagens no âmbito da educação escolar e fora dela. Assim, os avanços em outros campos disciplinares, como as TICs, a Neurociência, a Sociologia, a Antropologia, a Psicologia, entre outras, já estão impactando, certamente, essas novas incorporações da base de conhecimento da profissão e na maneira de agir do docente.

A formação inicial, como um processo de apropriação criativa da cultura profissional, não se reduz à apropriação de conhecimentos, que não se separam dos outros componentes do desenvolvimento profissional. Assim, essa formação não se pauta apenas na dimensão cognitiva, relativa ao acúmulo de conhecimentos, mas também no desenvolvimento profissional para potencializar, também, os elementos afetivos da personalidade dos profissionais.

### 3.2 Tipologias de conhecimentos profissionais

Na literatura de investigação sobre os conhecimentos dos professores, não existe uma única forma de nomear e classificar a variedade de conhecimentos, saberes, competências, atitudes, dentre outros. Neste estudo, os termos ‘saberes’ e ‘conhecimentos’ são empregados com sentidos diferentes, embora, entre eles, possam ser estabelecidas semelhanças, como aponta Penin (1995). O termo ‘conhecimento profissional’, como produto da atividade cognitiva dos professores, como profissionais e de outras áreas que influenciam a educação, tem sido mais usado por Shulman, Porlán e Marcelo. Nesse sentido, os conhecimentos são resultado da atividade acadêmica e da prática profissional e integram a base de conhecimento que confere identidade à profissão. No entanto, para Puentes et al (2009), o termo ‘saberes’ tem sido usado por autores como Gauthier, Pimenta, Tardif e Cunha, para se referir à ação de conhecer, de compreender e de saber fazer associado à docência. Nessa perspectiva, o conhecimento se mobiliza na prática, passa por sua conscientização e pauta-se na reflexão de forma sistemática e intencional.

Existem diferentes tipologias de saberes/conhecimentos docentes relacionados à atividade profissional, segundo a opinião de diferentes autores, como Gil (1991); Pimenta (1997); Shulman (1986a); Gauthier et al (1998); Libâneo (2015); Marcelo (2012); Tardif (2003); Perrenoud (2000); Tardif; Lessard e Lahaye (1991), Carvalho e Gil (2001) e Carrascosa et al (2008).

Carvalho e Gil (2001) consideram que uma sólida formação teórica dos professores está estruturada em três áreas de saberes:

- a) os saberes conceituais e metodológicos da área de conhecimentos;
- b) os saberes integradores; e
- c) os saberes pedagógicos.

Gauthier et al (1998) classificam os saberes docentes em: a) saber curricular; b) saber da ação pedagógica; c) saber da tradição pedagógica; d) saber experiencial; e)

saber das ciências da educação; e f) saber disciplinar. Essa tipologia se insere na perspectiva da profissionalização docente (RAMALHO; NUNÉZ e GAUTHIER, 2004).

Pórlan e Rivero (1998b) classificam o conhecimento profissional docente em duas categorias: o dominante, que inclui conhecimentos acadêmicos, saberes da experiência, teorias implícitas, rotinas e guias de ação, e o desejável, formado pelos saberes disciplinar e metadisciplinar e pela experiência profissional. O conhecimento profissional para o ensino, na opinião desses autores, é uma expressão *sui generis* em que se misturam teorias do campo do saber científico, manifestações peculiares da experiência cotidiana, hábitos, rotinas, reflexões, teorias pessoais e crenças. Eles consideram o conhecimento profissional desejável como epistemologicamente diferenciado, que resulta da reelaboração e da integração de diferentes saberes, concebido como um sistema de ideias em evolução gradativa, do simples ao complexo, e como hipóteses de progressão que facilitam essa evolução.

O Programa de Investigação de L. Shulman sobre o ‘ Desenvolvimento do Conhecimento no Ensino’ (*Knowledge Growth in Teaching*) e seu ‘ Modelo de Raciócinio e Ação Pedagógica’ (SHULMAN, 1986a; 1987) têm sido muito importantes para determinar o ‘conhecimento base’ ou o repertório de conhecimentos necessários para o ensino e, conseqüentemente, para se repensarem os cursos de formação de professores e tem tido uma influência significativa nas pesquisas em Didática das Ciências sobre a formação dos professores de Ciências.

Shulman (1998) desenvolveu algumas teses importantes sobre os conhecimentos do professor que o diferenciam dos conhecimentos de outros profissionais. São categorias analíticas para se pensar sobre as origens do conhecimento que se desenvolve na mente dos professores e que, em sua opinião, guiam a prática, ou seja, categorias de natureza epistêmica que são necessárias, segundo o autor, para caracterizar o pensamento docente. Para Shulman (1986a), o conhecimento profissional do professor é de natureza epistêmica diferente. O autor (1987) propõe sete tipos de conhecimentos que formam a base de conhecimentos para o ensino: a) o conhecimento do conteúdo específico, ou seja, da disciplina a ensinar; b) o conhecimento pedagógico geral; c) o conhecimento do currículo; d) o conhecimento dos contextos educativos; e) o conhecimento dos estudantes e suas características; f) o conhecimento dos objetos, da finalidade, dos valores educativos e de seus fundamentos filosófico e histórico; e g) o conhecimento pedagógico do conteúdo. Essa tipologia de conhecimentos para o ensino

tem sido usada com frequência nos estudos sobre a formação de professores que ensinam Ciências Naturais e se classificam como:

a) conhecimento do conteúdo, que é o conhecimento próprio da disciplina. A formação continuada deve discutir sobre o conhecimento da disciplina, sua estrutura lógica e psicológica, as atualizações e os avanços e propiciar reflexões críticas em relação aos conteúdos dos livros didáticos. Os professores devem ter um bom domínio do conteúdo e dos problemas e processos que originaram os conhecimentos científicos e as relações entre Ciência, Sociedade e Tecnologia. A formação deve prestar atenção à atualização do conteúdo disciplinar, de forma a fazer dos conteúdos escolares uma proposta da Ciência atual e perspectiva;

b) conhecimento do currículo, que diz respeito ao domínio dos conteúdos dos programas e das matérias dos projetos pedagógicos da escola. O programa oficial da disciplina, articulado ao projeto pedagógico da escola, às orientações curriculares e às orientações curriculares nacionais, deve ser do domínio dos professores, uma vez que ele norteia os processos de ensino e aprendizagem. O domínio das discussões sobre o ensino de Química, Biologia e Física, nos PCNEM, é uma ferramenta essencial para o trabalho docente;

c) conhecimento pedagógico geral, que inclui a Pedagogia, a Didática Geral, a Psicologia da Aprendizagem, entre outras disciplinas. Esses conhecimentos mobilizam-se como referentes para teorizar, executar e justificar a prática, de forma geral, e para se organizar, planejar a prática de ensino de Ciências e se refletir de forma crítica sobre ela. É importante enfatizar que esses conhecimentos devem se adequar às especificidades da natureza dos conteúdos das disciplinas científicas, porque não existe um enfoque único para o ensino das ciências. Este é um dos saberes objeto de nossa pesquisa: o professor deve adquirir conhecimentos fundamentados sobre como os alunos aprendem Ciências Naturais. Conhecer as diferentes teorias da aprendizagem dos adolescentes é necessário para compreender e favorecer a aprendizagem;

d) conhecimento dos aprendizes e de suas características - Esse tipo de conhecimento possibilita ensinar segundo a heterogeneidade e a diversidade que supõem os grupos de alunos, com diferentes estilos e ritmos de aprendizagem, interesses, motivações etc. É necessário que o professor possa conciliar os interesses individuais com os do grupo na educação em Ciências;

e) conhecimento dos contextos - Possibilita uma aproximação com a realidade da escola e dos alunos, para se pensar nas ações da educação científica; o

ensino é contextualizado e influenciado pelas condições sociais e culturais específicas. Assim, as decisões que toma o professor se relacionam com esses contextos;

f) conhecimento dos fundamentos, objetivos, fins e valores educacionais, em especial, as finalidades e o significado da educação científica no ensino médio, atrelada às finalidades da educação básica;

g) conhecimento pedagógico do conteúdo ou PCK (*Pedagogical Content Knowledge*), um dos mais estudados na Didática das Ciências, o qual auxilia o professor:

- a compreender os aspectos que facilitam ou dificultam a aprendizagem do conteúdo de um tópico específico;

- a conhecer as concepções dos estudantes de procedências e idades diferentes sobre um conteúdo particular;

- a usar estratégias de ensino, como analogias, demonstrações, explicações, exemplos, para fazer possível a compreensão dos conteúdos.

Inclui, ainda, conteúdos de disciplinas como Filosofia das Ciências, Epistemologia, Didática das Ciências Naturais e História das Ciências. Shulman (2005, p. 8) considerou o conhecimento pedagógico do conteúdo, dentre as diversas categorias de saberes, como a mais importante. Segundo o autor, essa “é uma categoria de saber que emerge da combinação entre o conhecimento do conteúdo e a forma de ensiná-lo, compreendendo as formas mais úteis de representação das ideias, analogias mais importantes, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações”. Em outras palavras, seriam as formas de representar e formular o conteúdo de um modo tal que se torne mais compreensível para o aluno. O autor levantou uma importante questão didática, embasada no estudo dos conhecimentos do professor sobre os conteúdos e sobre como eles se transformam em conteúdos de ensino. Para ele, no conhecimento pedagógico do conteúdo, estão incluídas estratégias específicas para se ensinar um conteúdo dado, como o ensino por analogia, demonstração, experimentação, explicação e problemas de aprendizagem. Essa categoria de saber é classificada como um elemento essencial que diferencia um especialista de uma área do conhecimento de um professor da área de conhecimento, ou seja, o técnico do profissional em ensino de Ciências.

Outro elemento apontado por Shulman (2005) sobre o conhecimento profissional docente envolve duas fontes, que, para o autor, são, no fundamental, quatro: a) a formação acadêmica na disciplina a ensinar; b) os materiais e o contexto do processo educativo institucionalizado, em que se incluem os currículos, os livros didáticos, a

organização escolar e o financiamento e a estrutura da profissão docente; c) a investigação sobre a escolarização, as organizações sociais, a aprendizagem humana, o ensino, o desenvolvimento e os outros fenômenos socioculturais que influenciam no fazer dos professores e d) a sabedoria se desenvolve na prática.

A proposta de Shulman tem desempenhado um importante papel no desenvolvimento das pesquisas sobre a formação dos professores de Ciências e na implementação de suas propostas formativas. Suas ideias continuam vigentes, em especial, as que dizem respeito ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, embora com novas interpretações.

Embora as ideias de Shulman tenham sido amplamente usadas nos estudos dos conhecimentos dos professores de Ciências, alguns autores, como McEwan e Bull (1991) e Kagan (1992), têm apontado algumas críticas interessantes a esse referencial, dentre elas, as relacionadas ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.

McEwan e Bull (1991) apresentam dúvidas sobre a separação entre o Conhecimento Disciplinar e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, uma vez que, para os autores, o conteúdo disciplinar é sempre a expressão de um desejo de comunicar ideia a outros. Kagan (1992) considera que a proposta de Shulman resulta vaga ou ambígua para seu uso, em especial, o conhecimento pedagógico do conteúdo, como elemento para diferenciar o bom professor de Ciências de outros professores. Assim, a autora entende que a ação de ensino dos professores se deve avaliar mais em relação aos impactos com os estudantes do que aos seus conhecimentos profissionais.

Com base no trabalho desenvolvido pela Escola Histórico-cultural e, especificamente, nos de Vasile Davidov, Libâneo (2015) explica os sentidos que possibilitam aliar o conteúdo disciplinar ao conhecimento pedagógico do conteúdo em uma didática desenvolvimentista, ou seja, dirigida não só à aprendizagem para o desenvolvimento intelectual do estudante, mas também, principalmente, para o desenvolvimento integral.

O conhecimento didático do conteúdo é um elemento central do saber dos professores e representa a combinação adequada entre o conhecimento da matéria a ser ensinada e o conhecimento pedagógico e didático referente a como ensiná-la (MARCELO, 2012). É um tipo de saber que os professores adquirem a partir da forma como os estudantes compreendem determinado conteúdo.

É importante destacar a ideia de Tardif (2003), para quem nenhum saber, por si só, é formador, uma vez que saber alguma coisa não é suficiente, é preciso saber ensinar.

O conhecimento profissional para o ensino não é neutro, uma vez que a educação é uma prática socialmente intencional. No dizer de Candau (1996, p. 105), a Didática deve repensá-lo e ressitua-lo em conexão com uma perspectiva de transformação social, comprometida com a construção de um novo modelo de sociedade.

### **3.3 O conhecimento disciplinar do docente para ensinar Ciências Naturais**

Existe uma grande diversidade de pesquisas sobre o conhecimento profissional dos professores que ensinam Ciências Naturais, como, por exemplo, os estudos de Shulman (1986a; 1987), Calderheat (1988), Bromme (1989), Grossman (1990), Porlán, Rivero e Martin del Pozo (1997), Furió (1994) e Porlán (1985). Várias dessas pesquisas têm estudado e caracterizado o conhecimento ou os saberes disciplinares.

Os estudiosos do assunto são unânimes ao considerar que ensinar exige sempre do professor o domínio do conteúdo da disciplina que ensina (MARTÍN DEL POZO et al, 2012; PORLÁN et al, 1996; CARRASCOSA et al, 2008; MARCELO, 2002;). As deficiências no domínio desses conhecimentos supõem um obstáculo para o ensino e para a inovação pedagógica. Segundo o Parecer CNE/CnPq/2001 (BRASIL, 2002), o desenvolvimento das competências profissionais do professor pressupõe o domínio dos conhecimentos que deve ensinar na educação básica. Segundo o parecer, a formação de professores terá que garantir que os aspirantes à docência dominem efetivamente esses conhecimentos.

A falta de conhecimentos científicos é o principal problema para que os professores possam proporcionar um ensino de boa qualidade. Os que não dominam os conhecimentos sobre a disciplina que ensinam são inseguros, excessivamente, dóceis em relação aos livros didáticos e, conseqüentemente, têm sérias dificuldades de introduzir qualquer inovação em suas aulas. Nesse sentido, Carrascosa et al (2008) enfatizam que

[...] é necessário considerar que uma formação científica adequada, permite ao professor inovar, mudar, selecionar corretamente os conteúdos a ensinar, simplificar sem gerar e transmitir erros graves aos estudantes, etc., e não ser um simples repetidor mecânico dos conteúdos do livro de textos (CARRASCOSA et al 2008, p. 120).



Marcelo (2001) entende que o conhecimento que os professores deveriam ter deve incluir a compreensão adequada da disciplina que ensinam, de forma muito diferente da que aprenderam como estudantes. Precisam compreender profundamente o conteúdo e as formas como esses conteúdos se conectam com a vida cotidiana para resolver problemas.

Em relação à formação docente, o Relatório da Comissão Internacional sobre a Educação para o Século XXI aponta que nenhuma reforma no campo educativo promoveria resultados positivos sem a participação ativa do corpo docente (DELORS, 2003 p. 24). Quando o professor domina os conteúdos, pode interagir de forma mais idônea com os estudantes. Tobin e Espinet (1989) asseveram que a falta de conhecimentos científicos é a principal dificuldade para a inovação pedagógica dos professores.

Buchamann (1984 p. 37) afirma que conhecer algo nos possibilita ensiná-lo, porém conhecer um conteúdo profundamente significa estar mentalmente organizado e bem preparado para ensiná-lo de uma forma geral. Gauthier et al (1998) consideram o saber disciplinar como o que é produzido por pesquisadores e cientistas nas diversas disciplinas científicas a respeito do mundo. São saberes das diversas áreas do conhecimento, que correspondem às diversas áreas do conhecimento e que estão à disposição da sociedade em forma de disciplinas. Para os autores, os professores não produzem o saber disciplinar, que é necessário para se ensinar.

Grossman et al (2005) afirmam:

Nós usamos o termo conhecimento do conteúdo para nos referir à “matéria” de uma disciplina: informação objetiva, organização de princípios, conceitos centrais.  
[...] Ademais da habilidade para identificar, definir e discutir conceitos separadamente, um indivíduo com conhecimento do conteúdo pode identificar relações entre conceitos num campo, como também relações com conceitos externos à disciplina. (GROSSMAN et al, 2005, p.10).

De fato, ensinar exige um conhecimento do conteúdo a ser transmitido, visto que, evidentemente, não se pode ensinar algo cujo conteúdo não se domina (GAUTHIER et al, 1998, p. 29-30). As pesquisas têm mostrado que o tipo de conhecimento que o professor detém sobre a matéria influencia seu ensino e a aprendizagem dos estudantes. Grossman (1990) enuncia que a falta de conteúdos afeta a forma como os professores criticam os livros didáticos assim como as que usam para selecionar o material a ser ensinado e as formas como estruturam e desenvolvem suas

aulas. Por isso, os professores que ensinam Ciências devem ter um profundo e amplo conhecimento dos conteúdos das Ciências Naturais. Eles podem ter diversas formas de conceituar o conteúdo, de representá-lo, de compreender os aspectos conceituais. Dominar ou não os conteúdos, em níveis profundos, possibilitam, ou não, que os professores desenvolvam com mais ou menos flexibilidade e eficiência o ensino e tomem ou não boas decisões em sua prática profissional.

Porlán e Rivero (1998) denominam o conhecimento disciplinar de conhecimento acadêmico, que é o conjunto de concepções disciplinares, relativas ao currículo e às ciências da educação, e de saberes gerados no processo de formação inicial. São explícitos, organizados segundo a lógica disciplinar e em que os professores referenciam seu objeto profissional de ensino.

Ao criticar a formação inicial, Porlán e Rivero (1998a) avaliam como inadequado o fato de esse tipo de formação, para o caso dos professores que ensinam Ciências Naturais, centrar sua atenção nos conhecimentos disciplinares como produtos das ciências (conceitos, leis, teorias), sem levar em conta a evolução desses conhecimentos, seus processos de construção, os processos metodológicos implicados e o contexto social e político em que se desenvolvem.

A formação dos professores é, na maioria das vezes, estreitamente disciplinar e comporta poucas aberturas para as interpretações contemporâneas das ciências que propõem os trabalhos da Epistemologia, da História, da Sociologia e da Antropologia das Ciências (DÉSAULTES et al, 1993, p. 55). A essa crítica, os autores acrescentam a dissociação entre o conhecimento disciplinar e o conteúdo do currículo, o qual é uma referência para o conhecimento disciplinar. Por meio dele, pode-se contextualizar segundo as finalidades educativas do ensino das ciências, relacionando ciência e ensino e diferenciando a atividade científica da atividade dos estudantes que aprendem ciências. Ramalho; Núñez e Gauthier (2004) assinalam que o conhecimento disciplinar deve ser mais abrangente se comparado com o conteúdo do currículo, uma vez que eles proporcionam a interpretação dos conteúdos curriculares.

Na opinião de Carrascosa et al (2008), tem-se realizado um número expressivo de estudos em relação às ideias dos professores sobre os conteúdos científicos, a natureza da ciência e como ensinar. Porém tem havido menos esforços para se discutir sobre quais conteúdos devem ser ensinados na formação dos professores de Ciências e quais as estratégias podem ser empregadas nesse processo.

Porlán e Rivero (1998a), ao se referirem aos saberes formalizados no campo do conhecimento técnico-científico, apontam os saberes metadisciplinares. Na opinião dos autores, esses saberes dizem respeito às teorias gerais e às cosmovisões epistemológicas do conhecimento científico, que permitem indagar sobre a realidade ou analisar o conteúdo das ciências disciplinares. Os saberes metadisciplinares têm seus próprios conteúdos relativos à história ou à sociologia das disciplinas, os saberes sobre o conhecimento em geral e outros.

Dominar o conhecimento da disciplina que será ensinada requer diversos conhecimentos profissionais que, na opinião de Gil (1991) e de Furió (1994), vão além do que geralmente se ensina e como se ensina na formação inicial. Esses autores destacam como conhecimentos desse tipo:

a) o conhecimento da história das ideias científicas, necessárias a um melhor ensino das ciências;

b) o conhecimento das estratégias metodológicas usadas na construção dos conhecimentos científicos;

c) o conhecimento das interações existentes entre ciência, tecnologia, Sociedade e meio ambiente;

d) o conhecimento dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos recentes;

e) os conhecimentos de outras disciplinas relacionadas aos problemas diversos que devem ser estudados; e

f) o conhecimento para selecionar, de forma adequada, os conteúdos, segundo uma visão aceitável de ciência.

Na opinião de Gess-Newsome (1999), o conhecimento dos conteúdos da disciplina é necessário para o professor de Ciências:

- identificar os princípios fundamentais da disciplina e poder selecionar, organizar e transformar os conteúdos relevantes;

- estabelecer relações diversas entre os conceitos que são ensinados;

- identificar as aplicações dos conteúdos na vida cotidiana dos estudantes;

- realizar sínteses de conteúdos;

- estruturar e desenvolver práticas de laboratório e atividades experimentais;

- formular perguntas e problemas segundo os diferentes níveis de complexidade, com os propósitos de ensinar;

- resolver situações-problema;

- identificar os erros conceituais dos estudantes;

- avaliar e selecionar textos didáticos, considerando a veracidade e a estrutura organizativa dos conteúdos.

Carrascosa et al (2008) compartilham dessas ideias e agregam, como saber disciplinar, o estar preparado para aprofundar os conhecimentos e adquirir outros novos assim como compreender o significado físico dos conceitos que vão ensinar e ser capazes de explicá-los, primeiro, qualitativamente (as fórmulas e as matemáticas vêm depois e sempre levando em conta o nível dos estudantes).

Em relação ao conhecimento dos conteúdos disciplinares, Marcelo (2012) chama à atenção para a importância de se conhecer a estrutura do conteúdo a ensinar. Para o autor, “quando os professores não conhecem a estrutura da disciplina que ensinam, podem apresentar de forma errônea o conteúdo e a natureza da disciplina” (MARCELO, 2012, p. 56). A estrutura do conhecimento disciplinar corresponde às inter-relações que se estabelecem entre os conceitos, sua organização e as consequências para o ensino. As inter-relações que se estabelecem entre os diferentes conteúdos possibilitam, em maior ou menor grau, a fluidez para dar resposta às perguntas dos estudantes e para solucionar os problemas. Isso orienta as formas de selecionar e de organizar os conteúdos.

Núñez (2009) enfatiza a importância de os professores de Ciências conhecerem as formas sistêmicas dialéticas de organização dos conteúdos, o que influencia os tipos de pensamento (empírico ou teórico) dos estudantes. Essa situação vem sendo amplamente discutida por Galperin (1986); Reshetova (1989) e Núñez (2009) sob a perspectiva do enfoque dialético. No entendimento de Shulman (2005), a primeira fonte da base de conhecimento é o conhecimento dos conteúdos: o saber, a compreensão, as habilidades e as disposições que devem ter os estudantes. Para o autor, esse conhecimento se apoia na bibliografia e nos estudos em cada uma das disciplinas e o saber acadêmico histórico e filosófico sobre a natureza do conhecimento nos campos disciplinares.

Porlán (1989) discute sobre a importância das crenças dos professores a epistemologia disciplinar (conteúdos da disciplina) e da epistemologia natural (natureza do conhecimento), porque, em sua opinião, as ideias epistemológicas do professor exercem influência na forma de conceituar a dinâmica do ensino, os processos gerais do conhecimento curricular e o conhecimento profissional do professor.

O conhecimento disciplinar refere-se ao conhecimento da disciplina que se ensina e a forma como está organizado, o que Schwab (1973) chama de estruturas substantiva e sintática. O autor (1973) entende que a falta de reflexão sobre as

características epistemológicas da disciplina pode gerar no professor dificuldades de compreender e de ensinar os conteúdos.

A estrutura substantiva, segundo Shulman (1986a), corresponde à variedade de formas como os conceitos e os princípios são organizados para incorporar os fatos, ou seja, representa os marcos teóricos da disciplina que geram a investigação e dão sentido aos dados. Além disso, orientam quais perguntas serão formuladas e os dados que se devem procurar assim como a direção dos marcos investigativos da disciplina. Marcelo (1999) aponta para o fato de os conhecimentos substantivos não se limitarem aos conceitos e aos princípios gerais da disciplina e devem incluir os marcos teóricos, as tendências e a estrutura interna da disciplina. Para Nuñez (2009), é importante compreender os conceitos numa estrutura de relações de redes conceituais, o que leva ao estabelecimento de conceitos gerais ou estruturantes e invariantes, que organizam e estruturam a rede como os nós mais relacionados no sistema. Na opinião de Marcelo (1999), esse conhecimento é importante na medida em que determina o que os professores vão ensinar e em que perspectiva.

Segundo Grossman, Welton e Shulman (2005), o conhecimento da estrutura substantiva exerce uma influência significativa nas decisões curriculares, conseqüentemente, a formação dos professores deve prestar atenção a essa estrutura do conhecimento disciplinar.

A estrutura sintática, por sua vez, corresponde às formas como se verificam ou falseam, se validam ou invalidam os conteúdos e como se utilizam os novos conhecimentos no corpo teórico da disciplina. Na opinião de Shulman (1986b), a sintaxe da disciplina dá as regras para determinar quais afirmações têm um nível mais alto nível de justificação. Dominar o conhecimento de uma disciplina significa saber o conteúdo e como se deve construí-lo, validá-lo e aplicá-lo.

Grossman, Welton e Shulman (2005) afirmam que a estrutura sintática inclui a substantiva e tem a ver com o fato de o professor dominar os critérios aceitos e que são usados pelos membros da comunidade científica para orientar a pesquisa no campo disciplinar. São os meios pelos quais a comunidade científica introduz e aceita os novos conhecimentos.

Esses conhecimentos se relacionam ao que Campanario et al (2005) chamam de concepções epistemológicas, que dizem respeito às ideias sobre o conhecimento científico. Essas concepções incluem as ideias sobre a estrutura e a origem do conhecimento científico e sobre a evolução e o desenvolvimento da própria ciência.

Tudo isso pode evidenciar as concepções sobre ciências e sobre o conhecimento científico, o que influencia como se ensinam ciências.

Há que se ressaltar que, para dominar os conteúdos da disciplina, é preciso conhecer as características históricas e epistemológicas que contribuem para se compreenderem as condições, a evolução e os obstáculos na construção dos conhecimentos, assim como identificar os conceitos estruturantes da disciplina como núcleos centrais da organização dos conteúdos (GAGLIARDI; GIORDAN, 1986; GIORDAN; DE VECCHI, 1999).

Em uma revisão sobre o conhecimento do conteúdo em diferentes perspectivas, Marcelo (1999) apresenta esta classificação, mostrada no quadro 01.

**Quadro 01** – Classificação do conhecimento do conteúdo

Ball, Macdiarmid (1989)	Cornbleth (1989)	Grossman, Welsone Shulman (1989)	Kennedy (1990)
Conhecimento substantivo	Conhecimento declarativo	Conhecimento substantivo	Conhecimento do conteúdo
Conhecimento sobre a disciplina	Conhecimento procedimental	Conhecimento sintático	Organização, estruturas do conteúdo,
Disposição para a disciplina		Crenças	Métodos de indagação

Fonte: Marcelo - 1999

É conveniente destacar que os conhecimentos pedagógicos não existem separados do conhecimento disciplinar dos professores. O conhecimento do conteúdo a ser ensinado deve ser estruturado em um conhecimento curricular, o que exige transposições didáticas ou adaptações pedagógicas do conhecimento científico (CHEVALLARD, 1991).

#### 4 CONCLUSÕES

A transformação do ensino das Ciências Naturais, no contexto da educação científica na escola do Século XXI, exige que os professores, apoiados em uma base de conhecimentos e de saberes profissionais, possam ser protagonistas das mudanças anunciadas pelas reformas, que são influenciadas pelos estudos e pelas pesquisas dos especialistas. Ao professor de Ciências confere integrar-se em um processo de formação científica, didática e pedagógica, não apenas inicial, mas ampliada, que perpassa toda a

sua carreira profissional, de maneira que lhe permita dominar os conteúdos a ensinar, aprofundar esses conteúdos e dialogar com outros conhecimentos. O importante é que domine diversos conhecimentos de forma integrada para mobilizá-los nas tomadas de decisões para um ensino criativo, inovador e pleno de sentidos.

Shulman (2005) tem chamado à atenção para o fato de que os conhecimentos dos conteúdos que os professores ensinam são a principal fonte de compreensão da disciplina. Mas esse conhecimento não deve ser reduzido ao domínio de teorias, princípios e de conceitos científicos exclusivamente. Ele supõe, também, as dimensões filosóficas e epistemológicas e a história da disciplina como campo científico, de tal maneira que possam situar os conteúdos na natureza das ciências e levar os estudantes a reconhecerem os elos entre o amplo espectro que configura a base de conhecimento da educação científica.

A formação inicial deve garantir aos futuros professores os conhecimentos disciplinares das ciências, isto é, o que deve ser indispensável saber para o início de sua atividade profissional. Se isso é desconsiderado, esses docentes correrão sérios riscos como dinamizadores do processo de ensino-aprendizagem de seus alunos, seja no âmbito da educação científica ou das demais disciplinas. Por outro lado, é preciso entender que os conhecimentos disciplinares das Ciências Naturais não são aprendidos à margem de suas finalidades educativas. A relação entre os conhecimentos disciplinares e os da didática geral e das didáticas específicas é reforçada pelo Parecer CNE/CnPq/2001, quando afirma:

Os professores em formação precisam conhecer os conteúdos definidos nos currículos na educação básica, pelo desenvolvimento dos quais serão responsáveis, as didáticas próprias de cada conteúdo e as pesquisas que as embasam. É necessário trata-los de modo articulado, o que significa que o estudo dos conteúdos da educação básica que irão ensinar deverá estar associado à perspectiva de sua didática e a seu fundamento. (BRASIL, 2002, P. 39).

Embora, neste trabalho, a atenção tenha sido centrada nos conhecimentos ou nos saberes profissionais dos futuros professores de Ciências, no âmbito da educação básica, considera-se que a aprendizagem da docência inclui não apenas a dimensão cognitiva, mas também a metacognitiva, a afetiva e a social. Essas dimensões não podem ser consideradas isoladamente. A cognição não se configura à margem da afetividade ou sem que se compreendam os sujeitos e os contextos em que esse processo se desenvolve (VYGOTSKY, 1997).

## ABSTRACT

The knowledge of content to be taught is considered relevant in the constitution of the teaching professionalization. It has been formed in the teacher's highest competence. Therefore, several studies have addressed teachers's professional knowledge to teach sciences emphasizing the Content Pedagogical Knowledge, since disciplinary knowledge has been less studied. In this paper, we present a reflection on professional disciplinary knowledge, focusing on its nature and its dimension, highlighting that, as is sometimes assumed, it is not only configured to the theoretical body. This reflection can contribute to rethinking the initial training of science teachers, from the perspective of teaching professionalization.

**Keywords:** Professional knowledge. Disciplinary knowledge. Teaching professionalization.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Parecer CNE/CnPq/2001**. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais/ Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRASLAVSKY, C. Bases, orientaciones y criterios para el diseño de programas de formación de profesores. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 19, p. 1-28, 1999.
- BROMME, R. Conocimientos profesionales de los profesores. **Enseñanza de las Ciencias**, 6 (1), p. 19-29, 1988.
- BUCHMANN, M. The priority of Knowledge and understanding in teaching. In: KATZ L.; RATHS J. (Eds.), **Advances in Teacher Education**. Norwood: Ablex, 1984, p. 29-50.
- CALDERHEAD, J. Conceptualización e investigación del conocimiento profesional de los profesores. In: VILLAR, L.M. (ed.). **Conocimiento, creencias y teorías de los profesores**. Murcia: Alfil, 1988.
- CANAU, V. M. **A Didática em questão**. 13 ed. Petrópolis: Vozes, 1996.
- CARRASCOSA, J. A. et al. Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? **Rer. Eureka Enseñ, Divul. Cien**, 5 (2) p. 118-133. 2008.
- CARTER, K. "Teachers Knowledge and learning to teach". In: HOUSTON R. (org). **Handbook of Research on Teacher Education**. New York: Macmillan, 1990. p. 291-310.
- CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. O saber e o saber fazer do professor. In: CASTRO, A. D. de; CARVALHO, A. M. P. de. **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e a média**. São Paulo: Thomson, 2001, cap. 7, p. 107-124.
- CHEVALLARD, Y. ¿Qué es la transposición didáctica? **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Tradução Claudia Gilman. Argentina: Aique, 1991.
- DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. 2. ed. Brasília: MEC/UNESCO, 2003.
- DÉSAUTELS, J. et al. La formation á l'enseignement des sciences: le véragé épistemologique. **Didaskalia**, n. 1, p. 49-67, 1993.



- DUBAR, C. **A socialização**. Construção de identidades sociais e profissionais. Porto: Porto Editora, 1997.
- ELLIOT, J.. **Teachers as researches**. International Encyclopaedia of Education. Oxford: Pergamon Press, 1982.
- FENSTENMARCHER, G. D. The knower and the known: the nature of knowledge in research on teaching. **Review of Research in Education**, volume 20, Issue 1, January.p. 3 - 56, 1994.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. Saberes necessários à prática educativa. 15. ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2001.
- FURIÓ, C. Tendencias actuales en la formación del profesorado de Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**. 12 (2). p. 188-199, 1994.
- FURIÓ, C.; VILCHES, A. **Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Barcelona. Horsori, 1997.
- GAGLIARDI, R.; GIORDAN, A. La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. **Enseñanza de las ciencias**, v. 4, n. 3, p. 253-258, 1986.
- GALPERIN, P. Ya. Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales. In: ILIASOV, I. I.; LIAUDIA, V. Ya. **Antología de la Psicología y de las Edades**. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1986, p. 114-118.
- GAUTHIER, C. et al. **Por uma teoria da Pedagogia**. Pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí-RS: Editora INIJUI, 1998.
- GESS-NEWSOME, J. Secondary teachers knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. In: GESS-NEWSOME J. (Ed.). **The construct and the its implication for Science Education**. Vol. Examining Pedagogical Content Knowledge. New York: Kluwer Academic Publisher, 2003, p. 51-94.
- GIL, D. Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**, 9 (1), p. 69 – 77. 1991.
- GIORDAN, A.; DE VECHI, G. **As origens do saber**: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GROSSMAN, P. **The Making of a Teacher**. Theacher Knowledge and Teacher Education. New York: Teachers College, Columbia University, 1990.
- GROSSMAN, P; WELSON, S.H; SHULMAN, L. S. Profesores de sustancia: el conocimiento de la materia para la enseñanza. Profesorado: **Revista de Curriculum y formación docente**. ano 9, n. 2. p. 1- 25. 2005.
- HODSON, D. Putting Your Money Where Your Marth. Is: To Wards an action – oriented. Science Curriculum. **Journal for Activist**. Science and Technology Education. 1 (1). 2003.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Inclusão de Ciências no Saeb**: documento básico. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2013.
- JIMÉNEZ, R.; WAMBA, A.M. Proyecto Maimónides: un programa para una mejor comprensión de la ciencia. In: JIMÉNEZ, R.; WAMBA, A.M. (Eds). **Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 1997, p: 349- 356.

- KAGAN, D. Professional Growth Among Preservice and Beginning Teachers. *Review of Educational Research*, 62(2), p.129-169.1992.
- LEMKE, J. L. Investiga para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las ciências**. v. 24. n. 1 mar. p. 5-12. 2006
- LIBÂNEO, J. C. Formação de professores e didática para o desenvolvimento humano. **Educação & Realidade**. V.40, n.2. p. 629-650. abr-jun. 2015.
- MARCELO, C. Aprender a enseñar para la sociedad del conocimiento. **Revista Comfluense de Educación**, vol. 12, nº 2, p. 551-593. 2001.
- MARCELO, C. Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido. In: MONTERO, L.; VEZ, E. (Eds.). **Las didácticas específicas en la formación del profesorado**, Santiago de Compostela, Tórculo, 1999, p. 45-60.
- MARCELO, C. G. Formalidade e informalidade no processo de aprender a ensinar. In: PUENTES, R. V. et al (orgs.). **Ensino Médio: estado atual, políticas e formação de professores**. Uberlândia: EDUFU, 2012. p. 181-204.
- MARTIN DEL POZO et. al. El dominio de los contenidos escolares: competencia profesional y formación inicial de maestros. **Revista de Educación**, 360., Enero/abril. p. 363-387. 2012.
- MCEWAN, H.; BULL, B. The pedagogic nature of subject matter knowledge. **American Educational Research Journal**, 28 (2), p. 316-334. 1991.
- NÚÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev, Galperin**. Formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livros, 2009.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE). **PISA 2015**. Marco de la evaluación: conocimientos y habilidades en Ciencias. Matemáticas y Lectura, Paris: OCDE, 2015.
- PENIN, S. T. S. A professora e a construção do conhecimento sobre o ensino. **Cad. Pesq. São Paulo**, nº 92, p. 5-15. 1995.
- PIMENTA, S. G. Formação de professores: saberes da docência e identidade do professor. In: FAZENDA, I. (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas-SP: Editora Papirus, 1998. p. 161-178.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores**. Série Fundamentos, nº 9, Colección Investigación y Enseñanza. Sevilla: Díada Editora, 1998.
- PORLÁN, R. **Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional**. Las concepciones epistemológicas de los profesores. Sevilla: Universidad de Sevilla. 1989. Tesis (Doctoral).
- PORLÁN, R. et al. A. Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: Fundamentos y principios formativos. **Investigación en la Escuela**, nº 29, p.23-38, 1996.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias**. Sevilla: Díada, 1998.

PORLÁN, R; RIVERO, A.; MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, 15 (2), 155-171, 1997.

PUNTES, R. V.; et al. Profissionalização dos professores: conhecimentos, saberes e competências necessários à docência. **Educar**, Curitiba, n. 34, p. 169-184, 2009.

RAMALHO, B, L; NÚÑEZ, I. B. O contexto da atividade profissional e as condições de trabalho: dimensões do profissionalismo docente. In: PUNTES, R. V.; LONGAREZI, A. M.; AQUINO, O. F. **Ensino Médio**: estado atual, políticas e formação de professores. Uberlândia: EDUFU, 2012, p. 229-253.

RAMALHO, B. L.; NÚÑEZ, I. B; GAUTHIER, C. **Formar o professor**: profissionalizar o ensino. Perspectivas e desafios. Porto Alegre: Sulinas, 2004.

RESHETOVA, Z. A. **Realización de los principios del enfoque sistêmico em lãs asignaturas**. La Habana: Editado por CEPES, 1988

RODRIGO, M.J., RODRÍGUEZ, A.; MARRERO, J. (Coords.). **Las teorías implícitas**. Una aproximación al conocimiento cotidiano. Madrid: Aprendizaje Visor, 1993.

SCHON, D. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas. 2000.

SCHWAB, J. Problemas, tópicos y puntos en discusión. In: ELAM, S. **La educación y la estructura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

SHULMAN, L. Paradigms and research programs in the study of teaching: a contemporary perspective. In: WITTROCK, M. (Ed.) **Handbook of research on teaching**. New York: Macmillan, 1986b, p. 3-36.

SHULMAN, L. S. Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. **Profesorado. Revista de Currículum y formación del profesorado**, Espanha, n. 2, v. 9, p. 1-30, 2005. Disponível em: <<http://www.ugr.es/~recfpro/Rev92.html>>. Acesso em: 17 out. 2015.

SHULMAN, L. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, n.15 (2), 1986a, p. 4-14.

SHULMAN, L. Theory, practice, and the education of professional. **The Elementary School Journal**, 98(5), p.511-526.1998.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 3. ed. Petrópolis-RJ: Editora. Vozes, 2003.

TARDIF, M.; LESSARD, C.; LAHAYE, L. “Os professores face ao saber: esboço de um problema do saber docente”. **Teoria & Educação**, n. 4, v. 1, p. 215-253, 1991.

TARDIF, M.; RAYMOND, D. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no Magistério. **Educação e Sociedade**. Campinas, vol. 21, n.73, p. 209-244. dez. 2000.

TOBIN, K; ESPINET, M. Impediments to change: application of coaching in high school. Science Teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, p. 105-120. 1989.

UNESCO. **Informe final del encuentro sobre educación científica**. Santiago de Chile, 1.o a 4 de jul. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC), Unesco, 2003. [en línea]. Disponible en:

[http://portal.unesco.org/education/en/ev.php-URL\\_ID=30733&URL\\_DO](http://portal.unesco.org/education/en/ev.php-URL_ID=30733&URL_DO)>. Acesso em: 12 dez. 2016.

UNESCO/ICSU. **Declaração sobre a ciência e o uso do conhecimento científico**. Versão adotada pela Conferência de Budapeste, 1 de julho de 1999. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/ue000111.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

VACCAREZZA, L et al. **Proyecto iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana**. Ricyt/ Cytel – OEI, Documento núm. 7. Argentina: REDES (Centro de Estudios sobre Ciencia y Educación Superior), 2003.

VYGOTSKY. L. S. **Obras escogidas V**. Madrid: Centro de Publicaciones Del MEC y Visor Distribuciones, 1997.

---

Submetido em: 28/08/2017

Aprovado em: 24/09/2017

Publicado em: 20/06/2018