

UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA

Erika Regina Mozena*
Fernanda Ostermann**

RESUMO: A interdisciplinaridade, embora institucionalizada como base da educação nacional na atual legislação, é pouco estudada na pesquisa em ensino de ciências. Com o objetivo de compreender como essa noção vem sendo investigada e efetivada no Ensino Médio pelas pesquisas da área, realizamos uma detalhada revisão bibliográfica em revistas Qualis A1 e A2 (nacionais e internacionais) da área de ensino e nas últimas edições do ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências) e EPEF (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física). Como resultado, obtivemos um panorama bastante amplo que permite compreender como a área posiciona-se acerca da interdisciplinaridade, que foi defendida por todos os 112 trabalhos analisados. No entanto, as pesquisas são pontuais e específicas, mostrando problemas na efetivação da interdisciplinaridade e a necessidade de aprofundamento dessa discussão.

Palavras-chave: Revisão bibliográfica. Interdisciplinaridade. Ensino de ciências.

*Doutoranda em Ensino de Física pelo Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
E-mail: erikamozena@hotmail.com

**Doutora em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora Associada III do Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
E-mail: fernanda.ostermann@ufrgs.br

A LITERATURE REVIEW ON INTERDISCIPLINARITY IN SCIENCE EDUCATION

ABSTRACT: Interdisciplinarity is scarcely studied in science education research, although it is inserted as the basis of national education in the current legislation. In order to understand how this concept has been studied in high school by science education researchers, we conducted a detailed literature review in national and international journals of education and in the last issues of ENPEC and EPEF meetings. As a result, we achieved a large overview that allows us to understand how the area faces the problem of interdisciplinarity, which is defended by all the 112 papers analyzed. However, these researches are narrow and specific, showing many problems and the need of a deeper discussion.

Keywords: Literature review. Interdisciplinarity. Science Education.

1. INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA E QUESTÕES DE PESQUISA

Embora pouco se fale no assunto, os últimos anos foram de grandes mudanças com relação à legislação nacional para a educação. Em 2010, foram promulgadas as novas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (DCNGEB), sendo seguidas pelas novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), promulgadas em janeiro de 2012.

Nesses documentos, desaparecem do cenário nacional os tão desgastados termos “competências” e “habilidades”, e a “interdisciplinaridade” reaparece de maneira realmente institucionalizada. Antes, nas DCNEM (1998) ela era compreendida como um “princípio pedagógico” e agora, nas DCNEM (2012), é fundamentada como “base da organização do Ensino Médio”, tanto que necessariamente deve ser reservada 20% da carga horária anual para projetos interdisciplinares nas escolas brasileiras (DCNGEB, 2010).

A gradual contingência da interdisciplinaridade na Educação Básica Nacional¹ é fruto da emergência de um novo paradigma do conhecimento, segundo Fazenda (2011), que ainda está em fase de transição e que está sendo estudado em todo o mundo.

Em termos de ensino, esse paradigma é oriundo da falácia da organização curricular por disciplinas tradicionais, que gera um acúmulo de informações, mas pouca contribuição para a vida pessoal e profissional. Esse paradigma tem como base a ideia de que o conhecimento é complexo e, portanto, não pode ser apreendido em sua essência por meio de suas partes.

Não é difícil perceber, no entanto, o quanto os discursos oficiais e os discursos dos especialistas em educação estão longe da sala de aula e da realidade prática dos saberes docentes. Apesar da polissemia² do termo e do fato de que não existe consenso sobre como a interdisciplinaridade deve ser tratada na prática escolar no Ensino Médio, o ex-Ministro da Educação, Aloizio Mercadante, anunciava abertamente em sua gestão a intenção do governo em promover uma reestruturação curricular, que em 2013 foi cunhada de “redesenho curricular”. O principal objetivo seria a extinção das disciplinas e a oferta de um **ensino integrado**³ organizado por áreas, nos moldes do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), de maneira a sanar problemas de falta de professores especialistas e propiciar que os docentes trabalhem em apenas uma escola, ou seja, um ensino integrado com caráter mais interdisciplinar, já que um mesmo professor do Ensino Médio ficaria a cargo dos conteúdos de Física, Química e Biologia, por exemplo.

Apesar de o atual ministro da Educação, José Henrique Paim, evitar discutir sobre o assunto, notadamente o governo continua com essa demanda, dado que almeja ampliar o Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI), que está financiando o ensino por áreas⁴.

No entanto, engana-se quem espera alguma reforma ou legislação nessa direção, pois conforme analisamos em outro trabalho (MOZENA; OSTERMANN, 2014), a extinção das disciplinas, com o ensino exclusivo a partir da área de ciências

de natureza, é perfeitamente legal e está sendo financiada através do ProEMI pelo governo federal. Também a tramitação da lei 6840 é outro facilitador da questão, pois institucionaliza na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) o ensino organizado por áreas⁵.

Assim, vemos que a interdisciplinaridade parece ser o principal foco das demandas para a educação brasileira de nível médio, o que é muito preocupante para a nossa área, já que tanto a Física, como a Química e a Biologia têm epistemologias e metodologias muito específicas e diversas entre si, além do fato de que os professores não foram educados sob o paradigma interdisciplinar e não foram preparados para esse trabalho.

Aliado a essa problemática, observamos em trabalhos envolvendo mudanças curriculares no Rio Grande do Sul para o Ensino Médio (MOZENA *et al.*, 2011), que os professores, diante de suas demandas, formação e condicionantes, acabam realizando, em suas salas de aula, projetos multidisciplinares em vez de interdisciplinares (MOZENA; OSTERMANN, 2013). Ao contrário de uma filosofia interdisciplinar, que pressupõe a inter-relação dos conceitos de várias disciplinas de maneira a se aprofundar o conhecimento de determinado objeto de estudo, na **multidisciplinaridade** que acontece na escola os projetos são pautados pela escolha de um tema comum a várias disciplinas, que é trabalhado de maneira isolada e disciplinar na sala de aula, sem nenhuma relação entre si.⁶

Toda essa problemática, aliada à devida constatação da necessidade de trabalhos de pesquisa que explorem as concepções e usos da interdisciplinaridade, levaram-nos a desenvolver em nossa tese de doutoramento um estudo dos sentidos e posições valorativas sobre a interdisciplinaridade em diversas instâncias sociais ligadas à educação: legislação e orientações curriculares, especialistas em educação e professores. Queremos entender como os professores do Ensino Médio estão se ajustando à interdisciplinaridade e quais os condicionantes envolvidos nesse ajustamento, com vistas a repensar os processos formativos.

Assim, como parte desse trabalho de doutoramento, buscamos, neste artigo, através de revisão bibliográfica⁷, entender como a área de pesquisa em ensino de ciências está pensando a interdisciplinaridade no contexto escolar do nível médio: ela é estudada no Brasil e em outros países? Quais concepções e práticas interdisciplinares são recomendadas nesses trabalhos? Quais as dificuldades apontadas para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares na escola média? Que resultados significativos eles apresentam com relação à prática interdisciplinar na escola de Ensino Médio? Quais autores servem de fundamento para tais pesquisas? Essas pesquisas defendem um currículo integrado, como quer instituir o governo federal?

Preocupados em traçar um perfil público das pesquisas de qualidade na área, procuramos, assim, responder a essas questões a partir de uma revisão de literatura nas principais revistas da área (nacionais e internacionais) classificadas como Qualis A1 e A2 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Com vistas a complementar essa análise com outro tipo de

documento de teor menos formal, mas de grande divulgação, analisamos também os trabalhos de dois eventos significativos em nossa área de base (Física): o Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC) e o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)⁸.

A INTERDISCIPLINARIDADE NAS REVISTAS QUALIS: METODOLOGIA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Realizamos um levantamento dos principais trabalhos sobre interdisciplinaridade na área de ensino de ciências no nível médio, que foi efetivado através de uma busca em 44 revistas (11 nacionais e 33 internacionais) classificadas pela CAPES no sistema WebQualis como A1 e A2 na área de ENSINO⁹ em agosto de 2013, conforme especificado no Anexo 1.

Entre os periódicos da área de ensino, selecionamos apenas aqueles relacionados ao ensino específico de ciências¹⁰, ao ensino de Física (nossa área de base), e à educação, desde que abarcassem artigos na área de ciências.

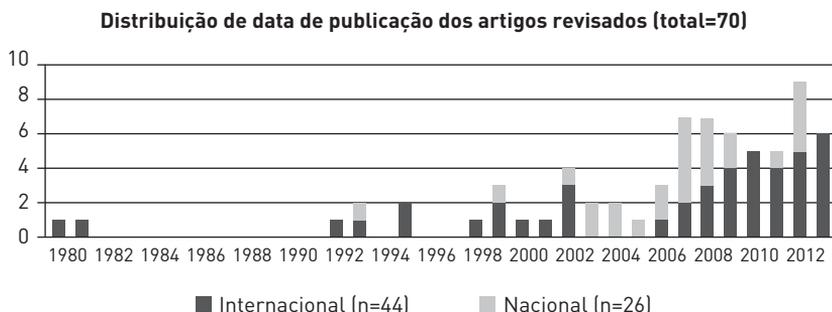
A busca por artigos foi realizada diretamente nos *sites* de cada uma das revistas com as palavras-chave “interdisciplinaridade”, “interdisciplinar” ou multidisciplinaridade”¹¹. Quando os *sites* não dispunham de um sistema de busca, pesquisamos o conteúdo de cada um dos exemplares das revistas. Alguns artigos estrangeiros foram obtidos através do Portal de Periódicos da Capes, outros necessitaram de busca e compra via comutação bibliográfica.

Embora o foco da busca tenha se situado em artigos voltados ao Ensino Médio, alguns trabalhos de 9º ano do Ensino Fundamental (*junior high school*) foram incorporados nesta revisão pela sua possibilidade de adequação ao Ensino Médio. Também levamos em consideração o fato de que os limites de idade dos estudantes do ensino secundário podem ser diferentes em outros países.

Numa primeira fase da revisão, a partir da leitura dos resumos, selecionamos 94 artigos que, após refinamento durante leitura integral, totalizaram **70 trabalhos** envolvendo direta ou indiretamente a interdisciplinaridade no contexto escolar do Ensino Médio, distribuídos por 22 periódicos, 15 internacionais e 7 nacionais (Anexo 1).

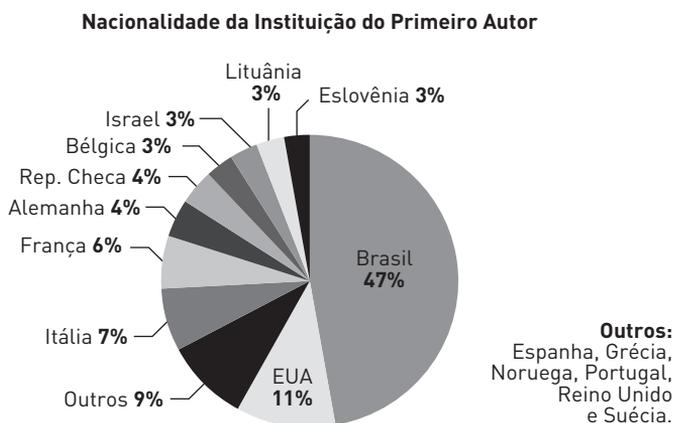
Numa tentativa de traçar um perfil desses trabalhos, fizemos uma análise com relação à quantidade de produção de pesquisas ao longo do tempo. Podemos observar, a partir do Gráfico 1, que a interdisciplinaridade escolar no Ensino Médio ainda não é muito estudada, tendo uma frequência de no máximo 9 artigos em 2012. No entanto, há uma clara tendência de aumento (tanto nos periódicos nacionais como internacionais) de produção nessa área, principalmente a partir de 2007.

Gráfico 1: Distribuição das datas de publicação dos artigos selecionados relativos à interdisciplinaridade no Ensino Médio. Os dados para 2013 são parciais, portanto, não foram considerados para análise, já que a coleta de dados ocorreu em agosto de 2013.

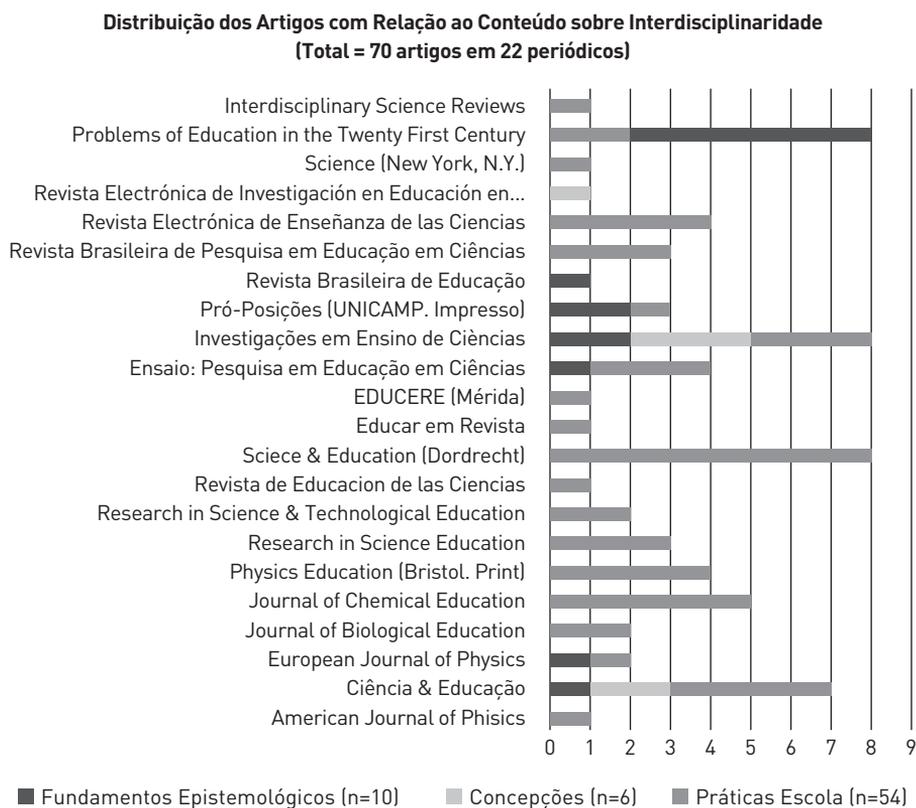


Mesmo que a grande maioria das revistas pesquisadas seja de periódicos internacionais, uma análise mais profunda mostra que quase a metade dos trabalhos analisados foi publicada por autores que pertencem a instituições brasileiras¹², como pode ser observado no Gráfico 2.

Gráfico 2: Distribuição da nacionalidade do primeiro autor nos 70 artigos selecionados.



Percebemos também, pelo Gráfico 2, que entre as publicações pesquisadas há uma boa variedade de nacionalidades referentes à instituição de trabalho do primeiro autor, indicando que o tema *interdisciplinaridade* também tem sido objeto de estudos em artigos Qualis por parte da comunidade internacional, com destaque para os Estados Unidos da América.

Gráfico 3: Distribuição dos periódicos selecionados e a frequência do conteúdo.

Após a leitura dos artigos, eles foram classificados com relação ao seu conteúdo. Curiosamente, não encontramos qualquer revisão de literatura sobre o assunto, nem trabalhos dedicados a exames nacionais, indicando, mais uma vez, a necessidade do trabalho aqui realizado.

Dentre os 70 artigos selecionados, 10 exploravam os **fundamentos epistemológicos da interdisciplinaridade escolar**, 6 versavam acerca das **concepções sobre interdisciplinaridade** em professores e/ou licenciandos e 54 estudaram a **prática escolar da interdisciplinaridade**, conforme distribuição apresentada no Gráfico 3.

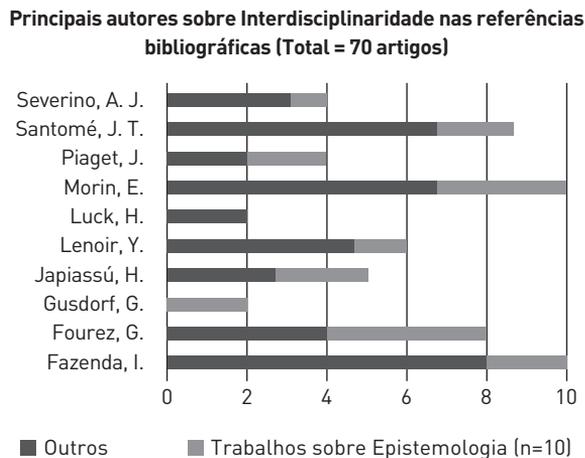
Ao avaliarmos os teóricos mais citados nas referências bibliográficas das pesquisas, que fundamentam a interdisciplinaridade nos trabalhos analisados, encontramos, por ordem de frequência: Ivani Catarina Arantes Fazenda (Brasil), Edgar Morin (França), Jurjo Torres Santomé (Espanha), Gerard Fourez (Bélgica), Yves Lenoir (Canadá) e Hilton Japiassu (Brasil), conforme pode ser verificado no Gráfico 4.

Esse dado é importante, pois atesta a abrangência e a importância atribuída aos trabalhos de Fazenda (PUC-SP), a principal pesquisadora da

interdisciplinaridade no Brasil, cujo foco de pesquisa não se restringe ao ambiente da escola básica, mas em todos os níveis de ensino, com destaque para a formação de professores e também na própria pesquisa. Os seus estudos sobre interdisciplinaridade têm “[...] o propósito de construir-lhe um conceito e, principalmente, pensá-la como atitude pedagógica, comprometida em superar a fragmentação do conhecimento escolar” (Hass, 2011, p.55).

O segundo autor mais citado foi Edgar Morin (Centre National de la Recherche Scientifique), um antropólogo, sociólogo e filósofo francês, também considerado um dos principais teóricos da complexidade fundamentada como um desafio que se opõe ao “princípio da fragmentação como uma redução mutilante do pensamento” (BATISTA; SALVI, 2006, p.148).

Gráfico 4: Frequência de citação nas referências bibliográficas de teóricos da interdisciplinaridade.



Ao restringir nossa análise apenas entre os trabalhos revisados que se dedicaram, pelo menos em parte, a situar a interdisciplinaridade a partir de seus **fundamentos epistemológicos** (n=10) dentro do contexto escolar (que entendemos aqui como aqueles que discutem os fundamentos da interdisciplinaridade na escola, quais a suas origens e a sua validade/viabilidade), Fourez e Morin foram os autores mais citados (inclusive um artigo em análise é do próprio Fourez).

Fourez (Departamento de Ciências, Filosofia e Ciências nas Faculdades Universitárias de Namur) é o precursor da ideia de *ilhas de racionalidade*. Ele propõe a interdisciplinaridade como uma solução para o estudo de situações (Fourez, 2003).

É bem interessante notar que, nos periódicos internacionais, a única referência a qualquer um desses autores (no caso à Ivani Fazenda) se encontra num artigo de autor brasileiro. Não conseguimos abstrair qualquer similaridade de referencial teórico sobre interdisciplinaridade nos artigos de autores estrangeiros e notamos pouca preocupação com a fundamentação teórica.

Todos os artigos analisados que versam sobre os fundamentos epistemológicos da interdisciplinaridade (n=10) partem de uma visão em comum: a

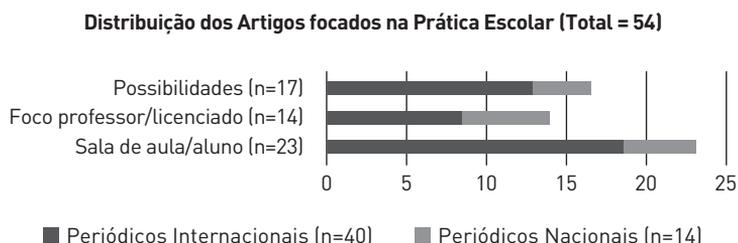
superação de um ensino fragmentado, linear e descontextualizado que comumente encontramos nas salas de aula. A ideia de uma linguagem comum entre as disciplinas também parece ser consenso, e nesse aspecto destacamos o trabalho de Machado (1993) que propõe um currículo em rede, permeado pela linguagem e pela matemática. Também parece claro que a maneira de se efetivar a interdisciplinaridade tem relação estreita com os objetivos educacionais, além do fato de que a interdisciplinaridade escolar é de natureza diversa da interdisciplinaridade na pesquisa (LAVAQUI; BATISTA, 2007).

Também é realçado o papel fundamental do professor no processo interdisciplinar, pois este realiza uma tradução entre culturas diferentes ao aproximar o conhecimento científico específico do senso comum (ARCÂ; VICENTINI, 1981), “navegando” para além dos seus limites (ROSA, 2007).

Já com relação aos artigos selecionados que se dedicaram a analisar **concepções de professores e/o licenciandos** com respeito à interdisciplinaridade (n=6), notamos que são unânimes em apontar que os professores valorizam a interdisciplinaridade, julgam-na importante, mas que na prática não conseguem se distanciar da multidisciplinaridade (AUGUSTO *et al.*, 2004), ou simplesmente não a colocam em prática devido aos problemas envolvidos (GERHARD; ROCHA FILHO, 2012; AMARAL; CARNIATTO, 2011). Os professores também julgam que a interdisciplinaridade é sempre uma prática coletiva (BATISTA *et al.*, 2008), usando essa metodologia pontualmente, em momentos esporádicos, só que como uma complementação, já que não a compreendem como uma prática legítima (SILVA, 1999) e não conseguem se desvencilhar da tradição curricular linear e obrigatória tradicional. Também percebemos concordância sobre a necessidade de se trabalhar a interdisciplinaridade na formação inicial e continuada dos professores (REZENDE; QUEIROZ, 2009).

Já com relação aos trabalhos que se centraram em pontos específicos da interdisciplinaridade na **prática escolar** (n=54), eles foram subcategorizados de três maneiras: **trabalhos com foco na sala de aula** (n=23) e/ou na aprendizagem dos alunos, **foco no professor ou no licenciando** (n=14), e trabalhos que não versavam estritamente de pesquisas práticas, mas de **sugestões, análises ou reflexões sobre possibilidades** e limites de aplicação de interdisciplinaridade (n=17), como pode ser observado no Gráfico 5.

Gráfico 5: Dentre os 70 artigos selecionados, 54 se referem à prática escolar da interdisciplinaridade, cujos focos estão elencados nesse gráfico.



Também é possível observar uma tendência dos periódicos nacionais em focar seus trabalhos no professor/licenciando. Os artigos de revistas internacionais centram-se mais na prática da sala de aula e nas metodologias de ensino. Também notamos, em outros países, a existência de parcerias entre universidade e escola básica quase não existentes aqui, em que os próprios cientistas trabalham dentro das escolas em prol do ensino de ciências (PUEYO *et al.*, 2013; SCHALLIES; LEMBENS, 2002).

Dentre os artigos com **foco na sala de aula** (n=23), mais da metade deles (n=14, sendo apenas 1 referente a periódico nacional) se debruçaram apenas no relato de experiências com a apresentação de produtos, sugerindo metodologias e maneiras diversas de se trabalhar interdisciplinarmente, sem fundamentação teórica na área de educação e sem uma análise de pesquisa sistemática de avaliação de resultados que vá além da constatação de motivação dos alunos.

Dentre os artigos com **foco no professor ou licenciando** (n=14, apenas 3 trabalhos de autores estrangeiros), vários deles são pautados na colaboração entre os especialistas em educação da universidade e os professores (WEIGERT *et al.*, 2005; LUCATO; TALOMONI, 2007; HARTMANN; ZIMMERMANN, 2007; BATISTA *et al.*, 2008; WATANABE-CARAMELLO; STRIEDE, 2011; HALMENSCHLAGER; SOUZA, 2012). Esses trabalhos sugerem que esse tipo de parceria apoia o professor no trabalho interdisciplinar e que, através do diálogo constante e da troca de experiência, é possível ultrapassar os obstáculos da prática interdisciplinar na escola.

Já com relação aos trabalhos que se propuseram a analisar, refletir e sugerir sobre **possibilidades e limites de aplicação de interdisciplinaridade** (n=17), vários deles discorrem sobre o uso da história e da filosofia da ciência no ensino aliada à arte, cultura e literatura (GALDABINI; ROSSI, 1993; REIS *et al.*, 2001; BROWNE, 2002; ZANETIC, 2006; MORANGE, 2007; ARROIO, 2007; DEVELAKI, 2008; PISANO; GUERRIERO, 2008; FAUQUE, 2009; BESSON, 2013; PISANO, 2012). Também notamos a discussão de temas variados como o uso de hipermídias (REZENDE; COLA, 2004), o trabalho de transposição didática (NEHRING *et al.*, 2002), a integração curricular (BARDEEN; LEDERMAN, 1998), a defesa de um ensino personalizado (LAMANAUSKAS, 2009), além do desenvolvimento de projetos pelos próprios alunos (PAPOTNIK, 2009; ROMEU; SAORÍN, 2011).

3. A INTERDISCIPLINARIDADE EM TRABALHOS APRESENTADOS NO ENPEC E NO EPEF

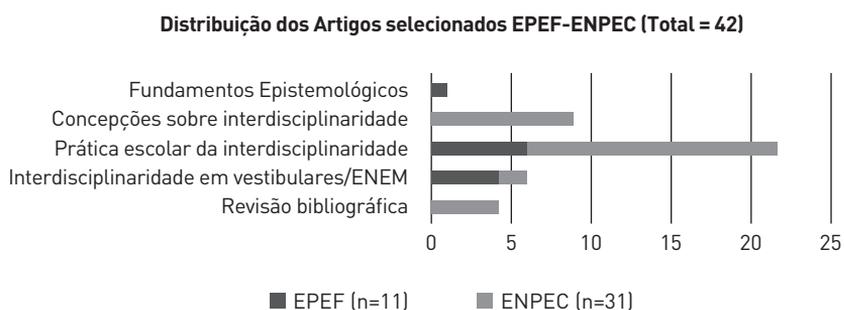
Tendo ciência de que muitas pesquisas de qualidade acabam não sendo publicadas em revistas Qualis, optamos por ampliar nossa análise sobre um panorama público da compreensão e do uso da interdisciplinaridade na área de ciências para o Ensino Médio, investigando também dois grandes eventos representativos de nossa área de base, a Física: o Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de

Ciências (ENPEC), edições entre 2005 a 2011; e o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), edições entre 2004 e 2012. Este estudo foi apresentado em separado, pois, embora sejam arbitrados, os artigos publicados em congressos têm outra estrutura, propósito e até mesmo qualidade, portanto, são diferentes daqueles publicados nas revistas Qualis, além do fato de que o objetivo era complementar a análise anterior.

Nessa parte da revisão, realizamos busca por trabalhos na *internet* diretamente na página dos eventos. Quando disponível mecanismo de busca, esta foi efetuada pelas mesmas palavras-chave da pesquisa com as revistas Qualis (interdisciplinaridade, interdisciplinar e multidisciplinaridade). Quando não havia mecanismos de busca, consultamos o livro de resumo ou procuramos trabalho por trabalho.

Foram coletados **42 artigos** (11 do EPEF e 31 do ENPEC), cuja leitura integral levou-nos a perceber a natureza diferenciada de alguns trabalhos em relação às revistas Qualis. Com relação às categorizações empreendidas nas análises anteriores, entre os trabalhos dos eventos em questão, encontramos apenas um que se relaciona aos **fundamentos epistemológicos da interdisciplinaridade** (n=1), outros que abordaram **concepções sobre interdisciplinaridade** (n=9) e a grande maioria relacionada à **prática escolar da interdisciplinaridade [possibilidades e limites de aplicação de interdisciplinaridade** (n=0), **foco no professor** (n=11), **foco na sala de aula/aluno** (n=11)]. Entre os trabalhos de natureza diferenciada àqueles encontrados nas revistas Qualis, alguns versavam sobre **interdisciplinaridade em exames nacionais (vestibulares/ENEM)** (n=6) e outros perfaziam **revisões bibliográficas** (n=4), conforme mostramos no Gráfico 6.

Gráfico 6: Distribuição dos artigos selecionados do EPEF (2004 a 2012) e ENPEC (2005 a 2011) com relação ao seu conteúdo.



Através da leitura dos trabalhos voltados para a interdisciplinaridade **em questões de ciências de exames nacionais como o ENEM ou vestibulares** (n=6), podemos perceber que mesmo o ENEM tendo um proposta interdisciplinar, a partir de 2009 essa concepção ainda não aparece de maneira significativa nesse exame (PINHEIRO; OSTERMANN, 2010; HIPÓLITO; SILVEIRA, 2011;

MIRANDA *et al.*, 2011). Conclusão semelhante pode ser abstraída do trabalho de Monteiro *et al.* (2012) e Monteiro *et al.* (2011) no que diz respeito à análise de alguns vestibulares.

Com relação aos trabalhos sobre **revisão de literatura** (n=4), todos eles referentes ao ENPEC 2011, notamos que os resultados apresentados não são representativos da área, pois são muito específicos e não se restringem apenas ao Ensino Médio, o que endossa a necessidade da revisão aqui desenvolvida.

DISCUSSÕES, CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E A PESQUISA

Ao efetivar uma detalhada revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino de ciências no nível médio, levantamos 70 artigos provenientes de revistas Qualis. Essa revisão foi ainda complementada com a leitura de 42 trabalhos apresentados no ENPEC (2005-2011) e no EPEF (2004 -2012).

A partir desse levantamento, observamos um aumento **crecente do número de pesquisas sobre esse assunto ao longo dos anos**, o que nos leva a concluir que o tema tem despertado interesse tanto no Brasil como no exterior. Também é possível observar que a tradição de pesquisa com relação ao assunto em nosso país parece residir no professor, enquanto no exterior ainda a preocupação se baseia na efetivação da interdisciplinaridade na sala de aula.

Em nossa revisão bibliográfica, categorizamos os 70 artigos selecionados de revistas Qualis, conforme seu conteúdo, entre aqueles que: exploram os **fundamentos epistemológicos da interdisciplinaridade escolar** (n=10), versam sobre **concepções sobre interdisciplinaridade** em professores e/ou licenciandos (n=6) ou, ainda, aqueles que estudaram a **prática escolar da interdisciplinaridade** (n=54). Essa última categoria ainda foi subdividida em outras: foco na **sala de aula** (n=23), no **professor** (n=14) e **possibilidades, sugestões e reflexões de uso** da interdisciplinaridade escolar (n=17).

Nos trabalhos apresentados no EPEF e ENPEC notamos pouca preocupação com os fundamentos epistemológicos da interdisciplinaridade. Também observamos dois outros tipos de pesquisas que não apareceram nas revistas Qualis: a análise sobre a interdisciplinaridade em exames nacionais, como vestibulares ou ENEM, além de alguns trabalhos de revisão bibliográfica (todos apresentados em 2011 no ENPEC). Curiosamente só encontramos essas revisões bibliográficas nos trabalhos em congressos, e mesmo assim estudos muito específicos, o que qualifica ainda mais esse esforço, aqui desenvolvido, que tem um caráter mais geral, embora se restrinja ao ensino de nível médio.

A partir da leitura de trabalhos apresentados em eventos, voltados para a análise da **interdisciplinaridade nas questões de ciências de exames nacionais como o ENEM ou vestibulares**, percebemos que eles evidenciam que mesmo tendo o ENEM uma proposta interdisciplinar a partir de suas mudanças efetuadas em 2009, o uso que faz dessa concepção de ensino, o que pode ser

observado nas questões, é ainda pequeno. Em nossa opinião, esses resultados são preocupantes, pois enquanto o ENEM ou os vestibulares não se adequarem à metodologia interdisciplinar, dificilmente essa mudança virá das salas de aula, dada a dificuldade de efetivação por parte do professor constatada pelas pesquisas e o fato conhecido de que o Ensino Médio ainda é, em grande parte em nosso país, apresentado aos alunos como preparador para os exames nacionais.

Como principal conclusão, apresentamos que, tanto nas revistas Qualis quanto nos trabalhos dos congressos analisados, a interdisciplinaridade no ensino secundário de ciências se mostrou, em unanimidade, **aprovada e julgada necessária por todos os 112 trabalhos**, sem exceção. Não houve críticas a essa concepção, tanto com relação aos seus fundamentos epistemológicos, como metodológicos. Todos apoiam e colocam a interdisciplinaridade como importante para o ensino e poucos comentam sobre a **integração curricular**, como o faz Arcà e Vicentini (1981), Lavaqui e Batista (2007) e Bardeen e Lederman (1998). Assim, esses dados mostram que a integração curricular proposta pelo governo federal não tem nenhum respaldo científico na nossa área.

Em contrapartida, apesar de necessária e importante, a interdisciplinaridade na sala de aula, conforme as pesquisas apontam, está conjugada a uma série de problemas e dificuldades que se iniciam na falta de um consenso sobre a sua **natureza epistemológica**. Isso justifica ainda mais a necessidade por trabalhos que se aprofundem nessas questões, investigando os sentidos e as posições valorativas sobre a interdisciplinaridade por parte dos órgãos governamentais, de especialistas em educação e dos próprios professores.

Com relação aos especialistas, são diversos e peculiares os **teóricos da interdisciplinaridade** citados nos artigos selecionados nas revistas Qualis com autoria nacional. São eles, por ordem de citações encontradas nas referências bibliográficas dos trabalhos revisados: Ivani Fazenda, Edgar Morin, Jurjo Santomé, Gerard Fourez, Yves Lenoir e Hilton Japiassu. Entre os artigos que tratam estritamente sobre fundamentos epistemológicos da interdisciplinaridade escolar, Fourez e Morin foram os mais citados.

Amparados na revisão bibliográfica realizada, abstraímos alguns pontos em comum em boa parte dos trabalhos. Além de sinalizarem a necessidade de superação de um ensino fragmentado, linear e descontextualizado, a grande maioria desses artigos situa a interdisciplinaridade, no contexto escolar do Ensino Médio, como um diálogo, uma relação ou uma negociação entre um ou mais conhecimentos disciplinares, não necessariamente apenas os tradicionais (ou seja, não apenas Física, Química, História, Geografia, mas também a ética, a cidadania, a jurisdição, a medicina, a engenharia etc).

Nesse sentido, também abstraímos, nesta revisão, que o professor tem um papel fundamental na implementação da interdisciplinaridade. Ela pode ser efetivada por um único professor em sua sala de aula ou pode ser desenvolvida numa metodologia pautada em projetos, embora isso possa significar ações bem diferentes para os autores dos trabalhos. Também a interdisciplinaridade não constitui a

negação ou a extinção das disciplinas, nem um cruzamento (ou superposição) de disciplinas, a chamada **multidisciplinaridade**. Ao contrário, ela perfaz a utilização das disciplinas para, segundo a literatura, esclarecer uma situação, resolver um problema ou compreender algo em seu contexto o mais próximo possível do real ou cotidiano.

Observando a grande variedade de **temas abordados** nas atividades interdisciplinares envolvidas nas pesquisas analisadas, notamos também que nenhum deles se repete com relação aos seus conteúdos, objetivos ou habilidades requeridas dos alunos e professores, mostrando o quanto o ensino interdisciplinar pode ser rico culturalmente e personalizado às necessidades de cada escola, professor e alunos.

Por exemplo, segundo os trabalhos analisados, a interdisciplinaridade pode ser útil para se aprender sobre “um banho saudável” (NEHRING *et al.*, 2002), sobre botânica (WEIGERT *et al.*, 2005), sobre “luz e vida, natureza da realidade” (ROCHA FILHO *et al.*, 2006). Também para conhecer o “caminho da energia” (BATISTA *et al.*, 2008); as mudanças climáticas (WATANABE-CARAMELLO; STRIEDE, 2011); as especificidades de cada região, como o estudo de bacias hidrográficas (LUCATTO; TALOMONI, 2007); a siderurgia, agrotóxicos, saúde e medicamentos (EICHLER; DEL PINO, 2010); além do aquecimento global e implicações socioambientais de modelos de transporte (HUNSCHE; AULER, 2012); saúde auditiva (BASTOS; MATOS, 2009); drogas (SÁ *et al.*, 2012); investigação forense (Long LONG, 1995); e biotecnologia (SCHALLIES; LEMBENS, 2002). Sem falar, ainda, no caso do estudo “das infestações de mosquitos aos envenenamentos misteriosos” (BUTLER, 1999); do método para a oxidação de brometo de etídio (PUEYO *et al.*, 2013); do microscópio de sonda de varredura baseado em analogia macroscópica (HAJKOVA, 2013), sendo também fundamental na montagem de uma calculadora simples (BARAK *et al.*, 1995); na compreensão do sistema de defesa imunológica humana e a suscetibilidade do homem às bactérias e aos vírus (SHALLIES; LEMBENS, 2002); ou “vida no inverno” (SCHAAL *et al.*, 2010).

Também os trabalhos analisados apontam que a interdisciplinaridade pode ser proveitosa no estudo da interconexão entre economia e educação ambiental (BROWNE, 2002); da pilha de Volta (FAUQUE, 2009); nos dos modelos e teorias históricos no ensino de fricção entre os sólidos (BESSON, 2013); no do desenvolvimento de um quebra-cabeças com palitos de fósforos (MENEZES *et al.*, 2007); no uso do Código Brasileiro de Defesa do Consumidor (CARDIA; BASTOS, 2005); no alerta de que o esporte nem sempre é saúde (BASTOS; MATOS, 2011), ou na compreensão do “Tempo Geológico” (FINCO-MAIDAME; SILVA, 2011). Muitos dos trabalhos analisados avaliam também que questões ambientais só podem ser compreendidas interdisciplinarmente (BORG, 2012; AMARAL; CARNIATTO, 2011; PERROT, 1980; LUCATTO; TALOMONI, 2007).

Com relação a um maior detalhamento sobre a metodologia da interdisciplinaridade no ensino de ciências no nível médio, notamos que esta pode

ser desenvolvida em aula por meio de projetos variados, histórias explanatórias, aprendizagem baseada em resolução de problemas, desenvolvimentos de modelos, atividades multivariadas, textos diversificados, recursos hipermídia, aulas-diálogo etc. Essas metodologias nos permitem, ainda, desenvolver um ensino de ciências usando a arte (CACHAPUZ, 2013); a literatura e a música (ZANETIC, 2006); fazendo ainda o uso de filmes (ARROIO, 2007) ou textos históricos (GALDABINI; ROSSI, 1993; REIS *et al.*, 2001).

Já com relação à avaliação de atividades interdisciplinares em sala de aula, apenas três trabalhos se reportam a esse tema e usam mapas conceituais para tal intento (ASSARAF; ORPAZ, 2010; SCHAAL *et al.*, 2010; CORREIA; DONNER, 2008).

Sobre a valorização da interdisciplinaridade no ensino de ciências no nível médio, em nossa revisão bibliográfica percebemos também que sua necessidade e importância costumam ser expressas através das demandas do mundo moderno, em que as relações entre ciência, tecnologia e sociedade exigem um ensino de ciências mais próximo da realidade do aluno (ŠKODA; DOULÍK, 2009). Também nessa direção, apreendemos outros fatores positivos da interdisciplinaridade, como o fato de que ela propicia a diminuição da quantidade de conceitos a serem estudados por disciplinas e o desenvolvimento de habilidades importantes que estão diretamente ligadas aos desenvolvimentos cognitivo, afetivo e psicomotor dos alunos (ŠKODA; DOULÍK, 2009). Além disso, a interdisciplinaridade fomenta um processo de ensino/aprendizagem mais atrativo, mais ligado à vida (LAMANAUSKAS, 2010) e os alunos compreendem os processos da ciência e não seus produtos (SCHALLIES; LEMBENS, 2002). A interdisciplinaridade também propicia uma postura participativa e dialógica dos alunos (FEISTEL *et al.*, 2011), proporcionando sua inclusão no contexto sociocultural e permitindo que eles se vejam como indivíduos transformadores da realidade (ALBINO *et al.*, 2008). Nessa perspectiva, a interdisciplinaridade é apontada como fundamental para a abordagem de questões de eficácia, ética e poder (PISANO, 2012).

Outra conclusão de nossa revisão diz respeito ao fato de que boa parte dos trabalhos analisados mostra a **fragilidade do professor e a falta de apoio** quando o assunto é desenvolver aulas sob a filosofia interdisciplinar. Em geral, ele compreende a **interdisciplinaridade como necessariamente uma ação conjunta entre disciplinas e, na prática, apenas multidisciplinar** (BATISTA *et al.*, 2008; ROCHA FILHO *et al.*, 2006, AUGUSTO *et al.*, 2004). A falta de material didático adequado e os condicionantes da escola também são obstáculos à efetivação da interdisciplinaridade por parte do professor em sala de aula.

Quadro 1: Problemas e dificuldades da interdisciplinaridade citados na literatura pesquisada.

PROBLEMAS E DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO DA INTERDISCIPLINARIDADE APONTADOS NA LITERATURA	
Institucionais	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de entrosamento/apoio entre direção, coordenação e professores. - Falta do apoio de uma equipe pedagógica. - Ausência de espaço e de tempo nas escolas para refletir, avaliar e implantar inovações. - Professores não conseguem trabalhar em equipe. - Falta de recursos financeiros e infraestrutura. - Falta de formação universitária inicial ou continuada para o professor voltada para o trabalho interdisciplinar. - Fragmentação do ensino na graduação (disciplinar). - Organização do currículo tradicional e dos livros didáticos.
Metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de consenso em como efetivar a interdisciplinaridade na sala de aula. - Falta de orientação em como criar relações pertinentes entre as disciplinas. - Uso de projetos multidisciplinares apenas. - Práticas tradicionais de transmissão de informação. - Ênfase nos conteúdos e não nos processos educacionais.
Relativos ao professor	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de consenso sobre o que é a interdisciplinaridade escolar. - Falta de comprometimento dos professores, pré-disposição ao aprendizado e à reflexão crítica. - Trabalho do professor é muito solitário. - Falta de domínio da sua própria disciplina. - Falta de domínio de conteúdos de outras disciplinas. - Professores não se sentem responsáveis pelo papel de mediadores do processo ensino e aprendizagem. - Interdisciplinaridade não é considerada prática legítima e sim um "refresco". - Visão do currículo linear e com pré-requisitos. - Visão de ensino pautada na progressão de dificuldade, do simples ao complexo. - Preocupação excessiva com os conteúdos e formação voltada para vestibular ou para formação de cientistas. - Postura aberta e diálogo com os alunos fogem ao controle e assustam. - Condições de trabalho e demandas específicas que dificultam a concepção e a efetivação de projetos.
Relativos aos alunos	<ul style="list-style-type: none"> - Desinteresse e indisciplina, pois são aulas diferentes e não formais. - Tempo excessivo de trabalho para alunos. - Salas de aula lotadas. - Assim como os professores, os alunos não consideram a prática legítima - Os alunos não sabem dialogar e querem respostas prontas. - Os alunos resistem a quebras contratuais.

Vários dos trabalhos analisados também indicam algo elementar, mas que parece esquecido pelos elaboradores de propostas curriculares: os professores apresentam dificuldades para trabalhar de modo interdisciplinar simplesmente porque não tiveram esse tipo de educação quando eram alunos, ou não foram preparados adequadamente em sua formação inicial para tal intento (FOUREZ,

2003; LAVAQUI; BATISTA, 2007; AUGUSTO; CALDEIRA 2007; SILVA, 1999; BATISTA *et al.*, 2008; MESQUITA; SOARES, 2012; PIETROCOLA *et al.*, 2003).

Resumidamente, podemos apontar os **principais problemas da interdisciplinaridade no ensino de ciências no ensino médio** abstraídos a partir do estudo dos trabalhos analisados no Quadro 1.

Verificamos também que as experiências interdisciplinares nas pesquisas consultadas, com conotação de sucesso, são aquelas promovidas com um bom esforço e empreendidas, em geral, em conjunto com **professores da escola básica e universidade**. Esses trabalhos envolvem tempo, muita pesquisa de conteúdo, pesquisa da realidade contextual e situada dos projetos, tanto para a escolha dos temas como com relação aos conceitos envolvidos e a pesquisa de concepções prévias dos alunos; também exigem a adequação, a articulação e a adesão da escola (projeto político-pedagógico, infraestrutura, planos de trabalho dos professores, apoio dos gestores da escola), além de muita interlocução entre professores-pesquisadores, os próprios professores, gestores e até alunos (WATANABE-CARAMELLO; STRIEDE, 2011; HALMENSCHLAGER; SOUZA, 2012; WEIGERT *et al.*, 2005; BATISTA *et al.*, 2008; PIETROCOLA *et al.*, 2003). Os aspectos emocionais também são levados em conta, pois é preciso uma boa relação entre o grupo (WEIGERT *et al.*, 2005; HARTMANN; ZIMMERMANN, 2007; ROCHA FILHO *et al.*, 2006; BATISTA *et al.*, 2008; LUCATTO; TALOMONI, 2007).

Embora também haja certo consenso nas pesquisas de que nem todo objeto em estudo na escola necessita de uma abordagem interdisciplinar para seu entendimento, percebemos que, na prática, realiza-se a interdisciplinaridade possível, mesmo na pesquisa, de acordo com as contingências e especialidades dos professores dispostos, dos pesquisadores envolvidos, dos imperativos da escola e dos alunos.

Portanto, todos os aspectos discutidos aqui demonstram a necessidade de aprofundamento de pesquisas teóricas e práticas sobre o tema interdisciplinaridade na escola, dada à contingência que esse tema assumiu no cenário nacional e os problemas de sua aplicabilidade no ensino de ciências de nível médio.

NOTAS

¹ No Brasil a discussão sobre a interdisciplinaridade na educação remonta à década de 1970. No entanto, as questões relativas à parte-todo são filosoficamente antigas.

² Em seus textos, Fazenda, principal pesquisadora da área no Brasil, não tece uma única concepção de interdisciplinaridade dado à sua polissemia, e outros autores também a seguem, justificando que o termo não possui um sentido único e estável.

³ Um ensino integrado, como vem sendo prometido pelo Ministério da Educação (MEC), vai além do ensino interdisciplinar (que pressupõe a existência de disciplinas). A integração tem o objetivo de agregar numa mesma disciplina escolar, ministrada por um único professor, os conteúdos das disciplinas das áreas afins. Em nosso caso, a disciplina ciências da natureza abarcaria conteúdos tanto da

Física como da Química e da Biologia (podendo-se mesmo pensar em outros conhecimentos como a Geologia, por exemplo). Esses conteúdos deveriam ser ensinados da melhor forma possível de maneira integrada e interdisciplinar, como através do estudo de temas. Quando falamos em ensino interdisciplinar, pensamos na existência de disciplinas escolares diversas que são ensinadas com enfoque interdisciplinar em determinadas circunstâncias (ou momentos) e não de maneira sistemática e integral (MOZENA; OSTERMANN, 2014).

⁴ Notícia veiculada em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2014-04/mec-tera-10-mil-escolas-com-programa-inovador-em-2014>. Acesso em junho de 2014.

⁵ Embora essa lei não seja explícita com relação à extinção de disciplinas.

⁶ Por exemplo, ao serem solicitados a realizarem projetos interdisciplinares sobre a Copa do Mundo em 2010, a grande maioria dos grupos de professores da escola pública de Ensino Médio participante de curso de formação optou por cada professor lecionar temas isolados em suas salas de maneira tradicional e disciplinar. Por exemplo, em Física: a física do futebol; em Química: doping; em Biologia: origem da vida na África; em Geografia: África do Sul; em Filosofia: apartheid etc. (MOZENA; OSTERMANN, 2013, p. 2440).

⁷ Por questões de espaço, apresentamos aqui uma versão concisa da revisão bibliográfica a ser apresentada em nossa tese de doutoramento.

⁸ Não realizamos um levantamento de teses e dissertações sobre o assunto por considerar sua baixa difusão no meio científico, sendo que nossa intenção é traçar um perfil público relativo à área de ensino de ciências sobre a compreensão e o uso da interdisciplinaridade no Ensino Médio.

⁹ Foram consideradas nessa revisão as revistas “Problems of Education in the Twenty First Century” (classificada como B1) e a “Interdisciplinary Science Reviews” (classificada como B5) pelo fato de que ambas figuravam como A2 no início da pesquisa. Na atualização de agosto de 2013 essas revistas foram reclassificadas.

¹⁰ Também não pesquisamos revistas voltadas a um ensino mais especializado dentro da área de ciências, como: “Biochemistry and Molecular Biology Education”, “Astronomy Education Review”, “Computer and Education”, entre outras.

¹¹ Em inglês usamos as palavras “interdisciplinarity”, “interdisciplinary” e “multidisciplinary”. Em espanhol usamos as palavras “interdisciplinariedad”, “interdisciplinario” e “multidisciplinario”. Quando foi necessário refinamento da pesquisa devido à grande quantidade de artigos listados, utilizamos termos como “high school”, “secondary school” ou “middle school”.

¹² Apenas um artigo apresentou nacionalidades diferentes (primeiro autor da Itália e segundo da República Checa).

REFERÊNCIAS

ALBINO, M.G.F.N. *et al.* A aula diálogo como estratégia para integrar áreas de conhecimento do ensino médio. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008. Curitiba. *Anais...* Curitiba: SBF, 2008. Disponível em: < <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/atas/resumos/T0004-2.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2014.

- AMARAL, A.Q.; CARNIATTO, I. Concepções sobre projetos de educação ambiental na formação continuada de professores. *Revista Electrónica de investigación en Educación en Ciencias*, Tandil, vol. 6, n.1, 2011. Disponível em: < http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-66662011000100010&script=sci_arttext >. Acesso em: 11 jun. 2014.
- ARCÀ, M.; VICENTINI, M. A reflection on some meanings of “interdisciplinarity” and “integration among the sciences”. *International Journal of Scientific Education*, London, vol. 3, n.2, p. 116-126, 1981.
- ARROIO, A. The role of cinema into science education. *Problems of Education in the Twenty First Century*, Lithuania, vol.1, p. 25-30, 2007.
- ASSARAF, O. B.; ORPAZ, I. The “Life at the Poles” study unit: developing junior high school students’ ability to recognize the relations between Earth systems. *Research in Science Education*, Netherlands, vol. 40, p.525-549, 2010.
- AUGUSTO, T.G.S.; CALDEIRA, A.M.A. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de Ciências da natureza. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.12, n.1, p.139-154, 2007.
- _____. *et al.* Interdisciplinaridade: concepções de professores da área ciências da natureza em formação em serviço. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 2, p. 277-289, 2004.
- BARAK, M *et al.* “What’s in the calculator?” An introductory project for technology. studies. *Research in Science & Technological Education*, vol. 13, n.2, p. 147-254, 1995.
- BARDEEN, M.G.; LEDERMAN, L.M. Coherence in science education. *Science*, New York, vol. 281, n. 5374, p. 178-179, 1998.
- BASTOS, P.; MATTOS, C.R. A situação de uma professora na escola contemporânea e a complexificação do conhecimento escolar. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011. Campinas. **Anais...** Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiipec/resumos/R0126-1.pdf> >. Acesso em: 11 jun. 2014.
- _____. Física para uma saúde auditiva. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, São Paulo, vol. 9, n.3, 2009.
- BATISTA, I.; LAVAQUI, V.; SALVI, R.F. Interdisciplinaridade escolar no ensino médio por meio de trabalho com projetos pedagógicos. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.12, n. 2, p.209-239, 2008.
- BESSON, U. Historical scientific models and theories as resources for learning and teaching: the case of friction. *Science & Education*, Netherlands, vol. 22, p. 1001–1042, 2013.
- BORG, C. *et al.* The barriers encountered by teachers implementing education for sustainable development: discipline bound differences and teaching traditions. *Research in Science & Technological Education*, vol. 30, n. 2, p. 185–207, 2012.
- BROWNE, M. N. The Mandate for interdisciplinarity in science education: the case of economic and environmental sciences. *Science & Education*, Netherlands, vol. 11, p. 513–522, 2002.
- BUTLER, S. Catalysing student Autonomy through action research in a problem. *Research in Science Education*, Netherlands, vol. 29, n.1, p.127-140, 1999.
- CACHAPUZ, A.F. Art and science: improving science teachers’ interdisciplinary competences. *Revista de Educación en Ciencias*, Colombia, vol. 14, p. 5-7, 2013.
- CARDIA, E.; BASTOS, F. A educação para o consumo no ensino de ciências. Interdisciplinaridade, cidadania e transversalidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005. Bauru. **Anais...** Bauru: ABRAPEC, 2005. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p107.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2014.
- CARLOS, J.G.; ZIMMERMANN, E. Conceito de interdisciplinaridade: longe de um consenso. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005. Bauru. **Anais...** ABRAPEC, 2006. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p294.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2014.
- CORREIA, P.R.M.; DONNER Jr, J.W.A.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. Mapeamento conceitual como estratégia para romper fronteiras disciplinares: a isomeria nos sistemas biológicos. *Ciência & Educação*, Bauru, v.14, n.3, p. 483-95, 2008.

- DEVELAKI, M. Social and ethical dimension of the natural sciences, complex problems of the age, interdisciplinary, and the contribution of education. *Science & Education*, Netherlands, vol. 17, p. 873-888, 2008.
- EICHLER, M.L.; DEL PINO, J.C. A produção de material didático como estratégia de formação permanente de professores de ciências. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, Espanha, v. 9, n.3, p. 633-656, 2010.
- FAUQUE, D.M.E. Introducing the history of science at the French middle school. *Science & Education*, Netherlands, vol.18, p. 1277-1283, 2009.
- FAZENDA, I.C.A. *Práticas interdisciplinares na escola*. São Paulo: Cortez, 2011.
- FEISTEL, R.A.B.; MAESTRELLI, S.R.P. Interdisciplinaridade na educação em Ciências: um olhar de professores formados. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011. Campinas. *Anais...* Campinas: ABRAPEC, 2011.
- _____. *et al.* Abordagem temática e ensino de física: dificuldades e contribuições. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XIII., 2011. Foz do Iguaçu. *Anais do XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Foz do Iguaçu: SBF, 2011.
- FINCO-MAIDAME, G.; SILVA, H.C. Saberes docentes e a interface Biologia/Geociências: uma possibilidade da inserção da perspectiva geocientífica no ensino médio brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VIII., 2011. Campinas. *Anais eletrônicos do VIII ENPEC*. Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiipec/resumos/R1399-1.pdf> >. Acesso em: 13 jun. 2014.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.8, n.2, p. 109-123, 2003.
- GALDABINI, S.; ROSSI, O. Using historical papers in ordinary physics teaching at high school. *Science & Education*, Netherlands, vol. 2, p. 239-242, 1993.
- GERHARD, A.C.; ROCHA FILHO, J.B. A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.17, n.1, p.125-145, 2012.
- HAAS, C. M. A Interdisciplinaridade em Ivani Fazenda: construção de uma atitude pedagógica. *International Studies on Law and Education*, São Paulo, n.8, 2011. Disponível em: <<http://www.hottopos.com/isle8/55-64Cel.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2014.
- HAJKOVA, Z. *et al.* Two simple classroom demonstrations for scanning probe microscopy based on a macroscopic analogy. *Journal of Chemical Education*, Georgia, vol. 90, p. 361-363. 2013.
- HALMENSCHLAGER, K.R.; SOUZA, C.A. Abordagem temática: uma análise dos aspectos que orientam a escolha de temas na situação de estudo. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.7, n.2, p. 367-384, 2012.
- HARTMANN, Â.M.; ZIMMERMANN, E. O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: A reaproximação das “Duas Culturas”. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, São Paulo, vol. 7, n.2, 2007.
- _____. A participação da física na abordagem interdisciplinar. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V., 2005. Bauru. *Anais eletrônicos do V ENPEC*. Bauru: ABRAPEC, 2006. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p216.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2014.
- HIPÓLITO, A.; SILVEIRA, H. As questões de Química do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) em um enfoque transversal e interdisciplinar. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VIII., 2011. Campinas. *Anais eletrônicos do VIII ENPEC*. Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiipec/resumos/R0237-1.pdf> >. Acesso em: 13 jun. 2014.
- LAMANAUSKAS, V. Integrated science education in the context of the constructivism theory: some important issues. *Problems of Education in the Twenty First Century*, Lithuania, vol. 25, n.25, 2010, p. 5-9.
- _____. Integrated science teaching by applying didactic differentiation: some actual circumstances. *Problems of Education in the Twenty First Century*, Lithuania vol. 13, p.5-12, 2009.

- LAVAQUI, V.; BATISTA, I.L. Interdisciplinaridade em ensino de Ciências e de matemática no ensino médio. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 13, n. 3, p. 399-420, 2007.
- LONG, G.A. Simulation of a forensic chemistry problem: a multidisciplinary project for secondary school chemistry students. *Journal of Chemical Education*, Georgia, vol. 72, n. 9, p. 803-804, 1995.
- LUCATTO, L.G.; TALAMONI, J.L.B. A construção coletiva interdisciplinar em educação ambiental no ensino médio: a micro bacia hidrográfica do ribeirão dos peixes como tema gerador. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 13, n. 3, p. 389-398, 2007.
- MACHADO, N.J. Interdisciplinaridade e Matemática. *Pro-Posições*, Campinas, vol.14, n.1, vol.10, 1993.
- MENEZES, J.E. *et al.* Jogos e ciências em interdisciplinaridade na perspectiva dos temas transversais: puzzles com fósforos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VI., 2007. Florianópolis. *Anais eletrônicos do VI ENPEC*. Florianópolis: ABRAPEC, 2007. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p929.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2014.
- MIRANDA, E.M. *et al.* ENEM 2009: articulações entre CTS, interdisciplinaridade e contextualização evidenciadas nas questões das Ciências da Natureza. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VIII., 2011. Campinas. *Anais eletrônicos do VIII ENPEC*. Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0292-1.pdf> >. Acesso em: 13 jun. 2014.
- MONTEIRO, I.C.C. *et al.* Interdisciplinaridade em física e avaliação da Aprendizagem: um olhar sobre o vestibular. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XIV., 2012. Maresias. *Anais do XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Maresias: SBF, 2012.
- MONTEIRO, M.A.A. *et al.* Características das questões sobre física nos vestibulares. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XIII., 2011. Foz do Iguaçu. *Anais do XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Foz do Iguaçu: SBF, 2011.
- MORANGE, M. Physics, biology and history. *Interdisciplinary Science Reviews*, London, vol. 32, n. 2, p. 107-112, 2007.
- MÓTTA, D.C.; KRAPAS, S. A teoria geral dos sistemas e a controvérsia sobre a interdisciplinaridade. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XIV., 2012. Maresias. *Anais do XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Maresias: SBF, 2012.
- MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Integração curricular por áreas com extinção das disciplinas no Ensino Médio: uma preocupante realidade não respaldada pela pesquisa em ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 36, n. 1, 1403, 2014.
- _____. Investigando saberes experienciais dos professores de ciências sobre interdisciplinaridade no ensino público secundário no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, IX., 2013. Girona. *Anais eletrônicos do IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Girona: Enseñanza de las Ciencias, 2013, p. 2436-2440. Disponível em: <http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art_292.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2014.
- _____. CAVALCANTI, C. Lições do Rio Grande: um relato sobre o processo de elaboração dos referenciais curriculares para o ensino de Física no Rio Grande do Sul e o acompanhamento de cursos de formação continuada para professores nessa perspectiva. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XIX., 2011. Manaus. *Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Manaus: SBF, 2011, p. 1-12.
- NEHRING, C. M. *et al.* As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. *Ensaio*, Belo Horizonte, v.2, n.1, 2002.
- PAPOTNIK, A. Strategy of cross curricular connection at technology education as a factor of modern school. *Problems of Education in the 21st century*, Lithuania, vol. 14, p. 82, 2009.
- PERROTT, E. The role of the teacher in multidisciplinary biology education, with special reference to an environmental approach. *European Journal of Science Education*, London, vol.2, n.3, p. 271-284, 1980.
- PIETROCOLA, M.; ALVES FILHO, J.P.; PINHEIRO, T.F. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.8, n.2, p. 131-152, 2003.

- PINHEIRO, N.C.; OSTERMANN, F. Uma análise comparativa das questões de física no novo Enem e em provas de vestibular no que se refere aos conceitos de interdisciplinaridade e de contextualização. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XII., 2010. Águas de Lindóia. *Anais do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Águas de Lindóia: SBF, 2010.
- PISANO, R. Curricula, history of science and science education. *Problems of Education in the 21st Century*, Lithuania, vol. 40, p. 5-6, 2012.
- _____. GUERRIERO, A. The history of science and scientific education: problems and perspectives. *Problems of Education in the 21st Century*, Lithuania, vol. 6, 2008.
- PUEYO, N.C. Oxidation of ethidium using TAML activators: a model for high school research performed in partnership with university scientists. *Journal of Chemical Education*, Georgia, vol.90, p.326–331, 2013.
- REIS, J.C. *et al.* History, Science and Culture: Curricular Experiences in Brazil. *Science & Education*, Netherlands, vol.10, p. 369-378, 2001.
- REZENDE, F.; QUEIROZ, G.R.P.C. Apropriação discursiva do tema ‘interdisciplinaridade por professores e licenciandos em fórum eletrônico. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 15, n. 3, p. 459-478, 2009.
- _____. COLA, C.S.D. Hipermídia na educação: flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade. *Ensaio*, Belo Horizonte, v.6, n.2, 2004.
- ROCHA FILHO, J.B. *et al.* Repensando uma proposta interdisciplinar sobre ciência e realidade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Espanha, v.5, n.2, 2006, p. 323-336.
- ROMEU, N.I.; SAORÍN, J.M. Integración Curricular: respuesta al reto de educar en y desde la diversidad. *Educar em Revista*, Curitiba, n. 41, p. 17-40, 2011.
- ROSA, M.I.P. Experiências interdisciplinares e formação de professore(a)s de disciplinas escolares: imagens de um currículo diáspora. *Pro-Posições*, Campinas, v.18, n.2, 2007, p. 51-65.
- SÁ, M.B.Z.; CEDRAN, J.C.; PIAI, D. Modelo de integração em sala de aula: drogas como mote da interdisciplinaridade. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 18, n. 3, p. 613-621, 2012.
- SCHAAL, S. *et al.* Concept mapping assessment of media assisted learning in interdisciplinary science education. *Research in Science Education*, Netherlands, vol.40, p. 339–352, 2010.
- SCHALLIES, M.; LEMBENS, A. Student learning by research. *Journal of Biological Education*, London, vol. 37, n.1, p.13-17, 2002.
- SILVA, E.O. Restrição e extensão do conhecimento nas disciplinas científicas do ensino médio: nuances de uma “epistemologia de fronteiras”. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 51-72, 1999.
- WEIGERT, C.; VILLANI, A.; FREITAS, D. A interdisciplinaridade e o trabalho coletivo: análise de um planejamento interdisciplinar. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 11, n. 1, p. 145-164, 2005.
- ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. *Pro-Posições*, Campinas, v. 17, n. 1, 2006.

Data Recebimento: 25/10/2013

Data Aprovação: 10/06/2014

Data Versão Final: 06/08/2014

Contato:

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, Departamento de Física.
Av. Bento Gonçalves, 9500 – Agronomia - Porto Alegre, RS - Brasil - Caixa-postal: 15051
CEP: 91501-970

ANEXO 1: Relação dos periódicos Qualis consultados em agosto de 2013 e o número de artigos selecionados para esta revisão.

Classificação	PERIÓDICO DA ÁREA ENSINO	N.	Período Analisado
A1	American Journal of Physics	1	1933/fev a 2013/mai
	Chemical Education Journal	0	1997/nov a 2013/fev
	Ciência & Educação	7	1998 a 2013/n.1
	Cultural Studies of Science Education (Print)	0	2006 a 2013/mar
	Enseñanza de las Ciencias	0	2010 a 2013/n.1
	Environmental Education Research	0	1995 a 2013/n.2
	European Journal of Physics	2	1980 a 2013/n.5
	Interciencia (Caracas)	0	1993 a 2013/n.6
	International Journal of Science Education	0	1979 a 2013/n.8
	Journal for Critical Education Policy Studies	0	2003 a 2013/n.3
	Journal of Biological Education	2	1967 a 2013/n.1
	Journal of Chemical Education	5	1970 a 2013/n.5
	Physics Education (Bristol. Print)	4	1966 a 2013/n.3
	Public Understanding of Science (Print)	0	1992 a 2013/ n.4
	Research in Science Education	3	1971 a 2013/n.3
	Research in Science & Technological Education	2	1993 a 2013/n.1
	Revista Brasileira de Ensino de Física (Impresso)	0	1979 a 2013/n.2
	Revista de Educación de las Ciencias	1	2000 a 2013/n.2
	Revista Electrónica de Investigación Educativa	0	1999 a 2013/n.2
	Revista Lusófona de Educação	0	2003 a 2013/n.1
Science & Education (Dordrecht)	8	1992 a 2013/n.6	
A2	21st Century Science & Technology	0	1988 a 2013/n.2
	Cadernos CEDES	0	1997 a 2013/n.88
	Educação em Revista (UFMG. Impresso)	0	2006 a 2013/n.2
	Educar em Revista	1	2008 a 2013/n.48
	EDUCERE (Mérida)	1	2001 a 2011
	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	4	2005 a 2013/v.1
	Enseñanza de las Ciencias de la Tierra	0	1992 a 2012
	Investigações em Ensino de Ciências	8	1996 a 2013
	JCOM, Journal of Science Communication	0	2002 a 2013/n.1
	Paradigma	0	2005 a 2011/n.2
	Pró-Posições (UNICAMP. Impresso)	3	1990 a 2013/n.1
	Revista Brasileira de Educação	1	2000 a 2013/n.53
	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2	2002 a 2012
	Revista de Investigación (Caracas)	0	2007 a 2012/n.77
	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	4	2002 a 2013/n.1
	Revista Elec. de Invest. en Educación en Ciencias	1	2006 a 2012
	Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa	0	2002 a 2013/n.1
	Revista Mexicana de Investigación Educativa	0	1996 a 2013/ n.58
	Science in Context	0	1987 a 2012/vol.1
	Science (New York, N.Y.)	1	1997 a 2013/vol.339
Science, Technology and Society	0	1996 a 2013/n.1	
B1	Problems of Education in the Twenty First Century	8	2007 a 2013/vol.53
B5	Interdisciplinary Science Reviews	1	2003 a 2012
	Total	70	