

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:  
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**TRAJETÓRIA DO TERMO *FOTOSÍNTESE* EM LIVROS ESCOLARES (1900-1990)  
E EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS (1945-2012): UMA METODOLOGIA DE  
ANÁLISE PARA RELACIONAR O *SABER ENSINADO* E O *SABER CIENTÍFICO***

**HELOISA JUNQUEIRA**

Porto Alegre  
2013

HELOISA JUNQUEIRA

**TRAJETÓRIA DO TERMO *FOTOSSÍNTESE* EM LIVROS ESCOLARES (1900-1990)  
E EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS (1945-2012): UMA METODOLOGIA DE  
ANÁLISE PARA RELACIONAR O *SABER ENSINADO* E O *SABER CIENTÍFICO***

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Diogo Onofre de Souza.

Porto Alegre  
2013

HELOISA JUNQUEIRA

**TRAJETÓRIA DO TERMO *FOTOSSÍNTESE* EM LIVROS ESCOLARES (1900-1990)  
E EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS (1945-2012): UMA METODOLOGIA DE  
ANÁLISE PARA RELACIONAR O *SABER ENSINADO* E O *SABER CIENTÍFICO***

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Diogo Onofre de Souza.

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. João Batista Teixeira da Rocha  
(Relator)

Prof. Dr. Denis Broock Rosemberg

Prof. Dr. Renato Dutra Dias

## CIP - Catalogação na Publicação

Junqueira, Heloisa

Trajectoria do termo fotossíntese em livros escolares (1900-1990) e em publicações científicas (1945-2012): uma metodologia de análise para relacionar o saber ensinado e o saber científico / Heloisa Junqueira. -- 2013.

69 f.

Orientador: Diogo Onofre Souza.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2013.

1. fotossíntese. 2. livros escolares. 3. produção científica. 4. educação em ciências. I. Souza, Diogo Onofre, orient. II. Título.

Ao João Gabriel,  
filho amado e adorável, fonte de oxigênios preciosos à Vida.

Ao Jorge Alberto,  
marido amado, quem comigo anda de mãos dadas nos percursos da Vida oxigenada.

## AGRADECIMENTOS

Para além de um gesto de gratidão, agradecer também é reconhecer o valor dos vínculos afetivos, profissionais e institucionais que, ao seu tempo e em diferentes lugares, foram indispensáveis para a finalização desta Tese. A vida vivida e a vida estudada, com a *Fotossíntese*, foi uma experiência genial. E, genial foi, pois eu cercada de pessoas geniais, familiares, amigos, colegas, ex-alunos e alunos, cada um do seu jeito, intensidade, presença. Agradecer amorosamente a todos é o desejo, pois com todos e cada um pude aprender no passo a passo o que Cecília Meireles já nos disse: *a vida só é possível reinventada*.

Tendo sido um percurso longo de trabalho, muitos aqui poderiam estar nominados. Selecionar foi preciso e, através destes agraciados, expressei gratidão e reconhecimento aos demais. Em tempo inverso ao do início desta trajetória, aparecem os insubstituíveis:

Em Porto Alegre/Brasil:

**Professor Diogo Onofre de Souza:** orientador que acolhe, abre a porta, instiga e impulsiona às ultrapassagens necessárias, em quem a afetividade, alegria no viver, bom-humor e aguda lucidez tornou-se indispensável ao meu seguir;

**Professoras Maria Lúcia Wortmann, Merion Bordas e Nádia Geisa Souza:** presenças-presentes ao seu tempo, farol e pistas indispensáveis aos meus percursos de graduanda, mestranda, docente universitária e doutoranda;

**Famílias Junqueira, Rosa Ribeiro, Ribeiro Teixeira:** amados e queridos, em tempos e espaços diversos, com presenças e/ou ausências marcantes, insubstituíveis e fundamentais, todos em mim. Em destaque, os da origem: Carlos (*in memoriam*), Cladis, Fernando, Anelise, Eduardo (*in memoriam*) e João Carlos, genética e educação, identidades partilhadas em construção; os da escolha e geração, Jorge Alberto e João Gabriel, com quem viver a vida *em processo* não é mera abstração, sim é muita emoção e reinvenção;

**Amizades insubstituíveis, com suas cores e tons próprios:** Helena, Marlene, Carmen, Lucia, Iolanda; Bernadette, Ivany, Malu, Bela, Cesar, Eunice, Russel, Roseli, Nelton, Giovanni; Márcia, Isabella, Eliane, Eduardo Rico, Maria do Rocío, Marcia; Letícia e Luciana, amigas-parceiras de trabalho exaustivo, criativo e nutritivo; Luis Mauro, Gallina, Vicente;

**Amizades iniciadas entre a professora e alunas/alunos, também insubstituíveis:** Ingrid, Bianca, Cris B, Cintia, Daniela, Daniel R, Daniel M, Larissa, Ana Paula M, Mauricio, Ana Paula B, Alice, Amanda, Michele, Matheus, Filipe, Fernanda, Elisa, Thales, Israel;

**Amizades iniciadas por necessidades, que seguem por desejos e aprendizagens:** Pedro Lima e Sonia Sebenelo, cuidadores e incentivadores incansáveis, com sensibilidades, confiança e sabedoria.

Em Madri/Espanha:

**Professor Mariano Fernández Enguita:** Catedrático da Universidad Complutense de Madrid (UCM), que foi uma presença acolhedora e esclarecedora nos inícios de uma nova vida de doutoranda em território espanhol, indispensável mediador;

**Professor Federico G. Rodríguez de Castro:** Catedrático da Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), orientador muito entusiasmado com suas pesquisas e seus alunos, historiador da educação que me conduziu com sensibilidade e confiança nos percursos iniciais das investigações sobre os Manuais Escolares, sua vitalidade foi insubstituível, para além da inestimável acolhida na UNED; e **Professor Juan Manuel Álvarez Méndez:** tutor que orientou e acompanhou meus primeiros passos de doutoranda na UCM, com presença facilitadora dos meus percursos profissionais;

**Amizades inesquecíveis e insubstituíveis:** Rosângela, Roberto Z e Cristina, Roberto e Marisol, Mário e Jaqueline, Pepa e família, Antón e família, María Jesús (Chus), María Jesus, Irene.

**Instituições brasileiras e espanholas** que, com seus profissionais e trabalho, não só foram indispensáveis e insubstituíveis por diferentes tipos de apoio e suporte, também foram fundamentais para a vivência da realidade concreta deste doutoramento: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Faculdade de Educação (FACED), Departamento de Ensino e Currículo (DEC); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Universidad Complutense de Madrid (UCM), Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED); Editorial Bruño; Instituto de Ciências Básicas da Saúde (ICBS), Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde - com destaque, por admiração, organização, serenidade e constante acolhimento profissional e afetivo para comigo e outros tantos, Cléia e Douglas foram/são insubstituíveis e indispensáveis.

Por fim, mais uma vez, grata à *Cecília Meireles*:

Não te encontro, não te alcanço...

Só - no tempo equilibrada,  
desprendo-me do balanço  
que além do tempo me leva.

Só - na treva,  
fico: recebida e dada.

Porque a vida, a vida, a vida,  
a vida só é possível  
reinventada.

Quando um rio corta, corta-se de vez o discurso-rio de água que ele fazia; cortado, a água se quebra em pedaços, em poços de água, em água parálitica. Em situação de poço, a água equivale a uma palavra em situação dicionária: isolada, estanque no poço dela mesma, e porque assim estanque, estancada, e mais: porque assim estancada, muda, e muda porque com nenhum comunica, porque cortou-se a sintaxe desse rio, o fio de água por que ele discorria.

O curso de um rio, seu discurso-rio, chega raramente a se reatar de vez; um rio precisa de muito fio de água para fazer o fio antigo que o fez. Salvo a grandiloquência de uma cheia lhe impondo interina outra linguagem, um rio precisa de muita água em fios para que todos os poços se enfrasem: se reatando, de um para outro poço, em frases curtas, então frase e frase, até a sentença-rio do discurso único em que se tem voz a seca ele combate.

João Cabral de Melo Neto,  
*Rios sem discurso*



## RESUMO

A importância científica da fotossíntese na geração e permanência da vida no planeta; a necessidade de difusão e incorporação dos conhecimentos científicos nos livros escolares; a hipótese do possível descompasso entre *saber científico* e *saber ensinado*, instigaram a busca e análise do percurso da palavra fotossíntese em 50 livros escolares de ciências naturais editados na Espanha (1900-1990) e da trajetória do termo "photosynthesis" em publicações científicas na base de dados ISI-Web of Science (1945-2012). Os critérios para selecionar os livros foram: livros de ciências naturais e datas de edição. Acompanhando a palavra fotossíntese, identificou-se um conjunto de palavras correlatas em significado, embora diferentes na grafia. As palavras foram categorizadas por significados, signos e símbolos, e número de aparecimentos nos livros. O pico máximo de aparecimento da categoria fotossíntese foi na década de 70 e seu percurso nos livros escolares não foi linear nem progressivo. As buscas realizadas na base de dados ISI-Web of Science de 1945 a 2012 mostraram que o número de artigos, de áreas de pesquisa e de periódicos com o termo "photosynthesis" cresceu significativamente entre 1945-1990, 1990-1991 e 1991-2012. A análise dos resultados fortaleceu a hipótese de um possível descompasso entre o *saber científico* produzido e o *saber ensinado* através de livros escolares. Conclui-se que nem sempre a evolução de conceitos científicos é acompanhada no tempo por termos didáticos e que a abordagem metodológica aplicada pode contribuir para outros estudos sobre outros tópicos específicos da ciência, como fotossíntese. Considerações: será que o aumento do número de publicações científicas significa um melhor desenvolvimento, discussão e atualização de conceitos científicos? Este aumento é significativo no sentido do aprimoramento do próprio conceito? Se sim, este aprimoramento poderá formar parte dos livros didáticos de ciências? Estas perguntas, quando respondidas, poderão contribuir para uma maior articulação entre o mundo da ciência e o mundo da educação, em especial no da produção de materiais didáticos como os livros escolares.

**Palavras-chave:** fotossíntese; livros escolares; ciências naturais; produção científica; análise bibliométrica

## ABSTRACT

The scientific importance of photosynthesis for the generation and persistence of life on the planet; the need to disseminate and incorporate scientific knowledge in textbooks, the possible mismatch between *scientific knowledge* and *taught knowledge*, have instigated the search and analysis of the path of the word photosynthesis in 50 textbooks of natural sciences published in Spain (1900-1990) and the trajectory of the term "photosynthesis" in scientific publications in ISI-Web of Science database (1945- 2012). The criteria to examine the books were: books of natural sciences and publication dates. Along with the term photosynthesis, were identified a set of other terms with correlated meanings, although different in spelling. The words were categorized by meanings, signs and symbols, and number of appearances in the books. The peak of onset of photosynthesis category was in the 70s and your pathway in textbooks was neither linear nor progressive. Searches in the database ISI-Web of Science from 1945 to 2012 showed that the number of articles, the areas of research and journals with the term "photosynthesis" grew significantly among 1945-1990, 1990-1991 and 1991-2012. The analysis of the results obtained strengthened the hypothesis of a possible mismatch between *scientific knowledge* produced and *taught knowledge* through textbooks. It was concluded that not always the evolution of scientific concepts is followed in time by didactic terms, and that the methodological approach can contribute to the formulation and implementation of other studies related to the so-called *scientific knowledge* and *taught knowledge*. Considerations: does the increasing number of scientific publications mean a better development, discussion and updating of scientific concepts? Is this increase significant in the improvement of the concept itself? If yes, will this improvement become part of Natural Science textbooks? These questions, when answered, will contribute to greater interaction between the world of science and the world of education, particularly in the production of teaching materials such as textbooks.

**Keywords:** photosynthesis, textbooks, natural sciences, scientific production; bibliometric analysis

## LISTA DE QUADRO, ILUSTRAÇÕES E TABELAS

	Pág.
<b>ARTIGO 1</b>	
Quadro 1	Categorias, subcategorias e número total de aparecimentos 30
Ilustração 1a	Livro 1, p. 97 (antes de 1928) 32
Ilustração 1b	Livro 12, p. 42 (1954) 33
Ilustração 1c	Livro 28, p. 139 (1975) 34
<b>ARTIGO 2</b>	
Tabela 1	Número de artigos científicos com os termos pesquisados na WoS, de 1945 a 2012, por intervalos de 10 anos (com exceção do último período) 53
Tabela 2	Diferença média anual do número de artigos científicos com o termo “photosynthesis” e artigos gerais na WoS 56
Tabela 3	Número de áreas de pesquisa que publicaram artigos com o termo “photosynthesis”, especificando as áreas que contribuíram com mais de 1% das publicações na WoS, em 1945, 1990, 1991 e 2012 56
Tabela 4	Número de artigos com o termo “photosynthesis”, especificando os periódicos que contribuíram com mais de 1% das publicações na WoS, em 1945, 1990, 1991 e 2012 57
Tabela 5	Comparação entre a contribuição (%) da produção científica com o termo “photosynthesis” e a taxa de crescimento da produção geral na WoS, em 1945, 1990, 1991 e 2012 58

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>ARTIGO 1</b>	
<b>Figura 1.</b> A abscissa representa o período histórico da coleta dos 50 livros de Ciências Naturais, editados na Espanha pela Editorial Bruño, com início em 1900 e término em 1990. Dos exemplares amostrados, os três mais antigos (n=3) não têm data definida (s/d), o que conduziu o agrupamento dos primeiros 20 anos. A ordenada representa o <b>número de livros editados</b> ao longo do período estudado.	35
<b>Figura 2.</b> A abscissa representa o período histórico (1900-1990) em que se situam os 50 livros de Ciências Naturais editados e coletados. Dos exemplares amostrados, os três mais antigos (n=3) não têm data definida (s/d), o que conduziu o agrupamento dos primeiros 20 anos. A ordenada representa o número de aparecimentos da categoria/palavra <i>Função Clorofílica</i> , <i>Clorofila</i> e <i>Fotossíntese</i> nos 50 livros da amostra estudada.	36
<b>Figura 3.</b> A abscissa representa o período histórico (1900-1990) em que se situam os 50 livros de Ciências Naturais editados e coletados. Dos exemplares amostrados, os três mais antigos (n=3) não têm data definida (s/d), o que conduziu o agrupamento dos primeiros 20 anos. A ordenada representa o número de aparecimentos da categoria <i>Integração</i> e <i>Energia solar</i> nos 50 livros da amostra estudada.	37
<b>Figura 4.</b> A abscissa representa o período histórico (1900-1990) em que se situam os 50 livros de Ciências Naturais editados e coletados. Dos exemplares amostrados, os três mais antigos (n=3) não têm data definida (s/d), o que conduziu o agrupamento dos primeiros 20 anos. A ordenada representa o número de aparecimentos da categoria <i>Nutrição</i> e <i>Energia celular</i> nos 50 livros da amostra estudada.	37
<b>Figura 5.</b> A abscissa representa o período histórico (1900-1990) em que se situam os 50 livros de Ciências Naturais editados e coletados. Dos exemplares amostrados, os três mais antigos (n=3) não têm data definida (s/d), o que conduziu o agrupamento dos primeiros 20 anos. A ordenada representa o número de aparecimentos da categoria <i>Abordagem experimental</i> e <i>Recursos didáticos</i> nos 50 livros da amostra estudada.	38
<b>ARTIGO 2</b>	
<b>Figura 1.</b> . Número de artigos com o termo “photosynthesis” e o número total de artigos publicados na WoS, no período de 1945 a 2012 (A2)	54

## APRESENTAÇÃO DA TESE

Esta tese apresenta um estudo sobre o percurso da palavra *fotossíntese* em livros escolares de ciências naturais, editados na Espanha de 1900 a 1990, e sobre a trajetória do termo “photosynthesis” em publicações científicas inseridas na base de dados ISI-Web of Science, de 1945 a 2012. O eixo condutor desta tese foi a busca por explicações científicas sobre as possíveis articulações entre o *saber científico* e o *saber ensinado*, objetivando criar aproximações à hipótese de um provável descompasso entre os livros escolares, e seus conteúdos, e a produção científica sobre fotossíntese. Considera-se que a abordagem metodológica realizada pode contribuir na formulação e realização de outros estudos similares, sendo assim uma contribuição para o desenvolvimento de uma metodologia de análise que visa relacionar a produção científica em áreas específicas e os conteúdos difundidos pelos livros escolares. Estrutura-se em: Introdução; Objetivos, geral e específicos; Discussão geral; Conclusão; Perspectivas; e Referências Bibliográficas. Dois artigos científicos, um publicado e outro submetido, são apresentados.

## SUMÁRIO

	Pág.
<b>INTRODUÇÃO</b>	
<b>1 OBJETIVOS</b>	18
<b>2 A FOTOSSÍNTESE EM LIVROS ESCOLARES ESPANHÓIS CIÊNCIAS NATURAIS: UM PERCURSO DE NOVENTA ANOS (1900-1990)</b>	20
<b>3 O TERMO FOTOSSÍNTESE EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS DA BASE DE DADOS DO ISI-WEB OF SCIENCE: UMA TRAJETÓRIA DE SESSENTA E SETE ANOS (1945 A 2012)</b>	45
<b>4 DISCUSSÃO</b>	62
<b>5 CONCLUSÃO</b>	65
<b>6 PERSPECTIVAS</b>	67
<b>7 REFERÊNCIAS</b>	68

## INTRODUÇÃO

A escolha e definição do objeto de estudo desta pesquisa resulta da força do princípio de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, concebido como um dos pilares de sustentação das universidades públicas federais. Ainda que abstrato este princípio, ao longo do tempo foi tornando-se concreto no *pari passu* da minha caminhada profissional, de bióloga à docente universitária, passando pela professora de Ciências em escolas de Educação Básica.

Na condição de bióloga e professora da Faculdade de Educação desta Universidade<sup>1</sup>, atuante no campo da Formação de Professores, em especial de Ciências e Biologia, com articulações nas áreas de história e epistemologia da ciência e história dos livros escolares ou livros didáticos, a concretude daquela indissociabilidade, aliada ao gradativo processo de ressignificação do trabalho docente, criou as condições suficientes e necessárias para transformar teorias e práticas em projetos de pesquisa e extensão. Estes movimentos de profissionalização, situados em uma instituição universitária pública, resultaram na mudança de posição, não pouco complexa, da professora que *ensinava ciências* a outra, que *ensina a ensinar ciências e biologia*, sendo este um trabalho docente que se funda em estudos, perguntas, pesquisas e ações, gerando efeitos significativos nos modos de *ser e atuar* na Área *Ensino de Ciências*.<sup>2</sup>

Já tendo passado pela crítica à formação inicial de bióloga, sustentada pela concepção empirista-cartesiana de Ciência, e continuando a ser bióloga, foi possível reconceber as relações entre os seres vivos e destes com os ambientes em que vivem. A inicial compreensão da relação entre o Homem e as demais espécies vivas foi se desfazendo e dando espaço a outra, a que se ampara no princípio de pertencimento de todos os seres vivos aos distintos ambientes naturais e culturais. Esta outra compreensão me viabilizou *enxergar* um deslocamento de posição da nossa espécie: do Homem<sup>3</sup>-centro a *humano-dispersos*, que rompe com o princípio de centralidade da nossa espécie em relação às demais e é definida com/nas relações entre a biodiversidade e os diferentes ecossistemas conhecidos. Neste sentido, altera-se também o foco do *olhar do observador* na busca de objetos de estudo e

---

<sup>1</sup> Docente do Departamento de Ensino e Currículo (DEC), Faculdade de Educação/UFRGS.

<sup>2</sup> A Área *Ensino de Ciências* é composta de docentes vinculados ao Departamento de Ensino e Currículo da Faculdade de Educação, UFRGS, sendo todos biólogos e químicos.

<sup>3</sup> Grafar com 'h' maiúsculo significa, por um lado, ser fiel à convenção internacional adotada no campo das Ciências Naturais para nossa espécie - *Homo sapiens*. Por outro, expressar filiação à concepção antropocêntrica de ciência sob a qual ocupar a *posição central* implica não só em ser mais apto e mais hábil do que as demais espécies vivas, mas ser também "melhor e superior".

pesquisa que, a partir deste olhar, se dá com e na da natureza, não mais para, sobre ou apesar dela.

Conforme Janeira (2001), esse observador-pesquisador concebe natureza e cultura como mutuamente imbricadas, regidas pelo pressuposto da sua inseparabilidade constitutiva. Propõe, assim, uma grafia - *naturacultura* - que permite afirmar em uma única expressão tanto a gênese da relação constitutiva entre natureza e cultura, como o seu igual pertencimento ao mundo. Ao transformar a *naturacultura* em objetos de estudo que, por definição, situam-se em território *híbrido* das articulações entre educação e ciência, pode-se com metodologias pertinentes de análise contribuir ao movimento já histórico do processo de produção, difusão e legitimação social do conhecimento científico, em espaços e tempos<sup>4</sup> específicos.

Neste trabalho, são apresentadas duas pesquisas complementares, ambas conduzidas pela hipótese de um provável descompasso, no tempo, entre os chamados *saber científico* e *saber ensinado*. Este hipotético descompasso tem sido identificado com mais força no mundo da Educação Básica, através do uso dos livros escolares. A primeira situa-se no campo dos estudos sobre os manuais escolares ou livros didáticos, na especificidade das ciências naturais. Buscou-se o percurso da palavra *fotossíntese* em 50 livros escolares de ciências naturais, editados na Espanha entre 1900 e 1990.

A nacionalidade espanhola dos livros escolares investigados relaciona-se com o tempo em que estive vinculada ao *Proyecto MANES* (manuales escolares)<sup>5</sup>, da Universidad de Educación a Distancia, sob a orientação do Professor Dr. Federico Gómez Rodríguez de Castro. Criado em 1992, este Programa de investigação internacional e interinstitucional objetiva, principalmente, catalogar, investigar e difundir suas pesquisas científicas sobre manuais escolares produzidos na Espanha, de 1808 e 1990. Da sua criação aos dias atuais, este Programa de investigação ampliou sua produção científica de modo significativo, o que acabou resultando no *Centro de Investigación MANES*, composto por várias universidades de países europeus e latino-americanos, entre eles o Brasil (PUC-SP, UFPr e Universidade de Sorocaba-SP)<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Concebendo tempo e espaço como mutuamente imbricados, um implicando na definição do outro, o ‘hífen’ entre as palavras é um recurso para retirar o afastamento dado pelo ‘e’, que esvazia as relações constitutivas entre as duas dimensões. Mesmo com as já descritas definições específicas de tempo e de espaço, a sua relação de interdependência permanece. E, no caso desta pesquisa, a discussão dos resultados apóia-se no tempo histórico e no espaço geográfico. Entre outros, *O Tempo na História* – concepções de tempo da pré-história aos nossos dias de G.J. WHITROW (1993) é um livro muito esclarecedor sobre essa temática.

<sup>5</sup> O Proyecto MANES foi inspirado em outro homólogo e anterior, denominado EMMANUELLE, criado em 1980 por Alain Choppin, em parceria com o Institut National de Recherche Pédagogic/CNRS, França.

<sup>6</sup> Para informações complementares, acessar <http://www.uned.es/manesvirtual/portalmannes>.



Concebidos como um artefato cultural dotado de materialidade histórica e conteúdos impressos, os livros escolares têm sido regulados por textos legislativos e programações curriculares determinantes ao seu tempo, que segundo Choppin (1992) se apresentam “como um condensado da sociedade que o produz: ele é, portanto, historicamente e geograficamente determinado” (p.18). Portanto, com múltiplas funções e estatuto ambíguo, o livro escolar contém, além de conteúdos escolares, uma complexidade analítica que impulsionou a busca pelo percurso de 90 anos da palavra fotossíntese nos 50 livros escolares amostrados.

Baseando-se nas concepções de pesquisa histórica sobre manuais escolares (Choppin, 1992; 2002), a de mais longa tradição vincula-se à corrente historiográfica que concebe o manual como um documento histórico, entre outros e o interesse principal em analisar os conteúdos dos livros escolares reside na influência que teriam exercido na formação das mentalidades. A outra, na qual se situa parte deste trabalho filia-se à concepção *ecológica* da literatura escolar e vai se fortalecendo a partir dos anos 1980. Esta concepção:

visa apreender o manual no contexto global, e, especialmente, dar novo contexto ao seu “discurso”: o livro de classe não é mais então considerado, em um processo escandalosamente redutor, como resultado de um processo intelectual (ou editorial), como depositário de um conteúdo, mas como um instrumento de ensino indissociável do emprego para o qual foi criado (ou do emprego que dele tenha sido feito) (CHOPPIN, 2002, 11:1-287).

Visto que os livros escolares são instrumentos pedagógicos inscritos numa longa tradição e inseparáveis, tanto em sua elaboração como em seu uso, das condições e métodos de ensino do seu tempo, através dos resultados encontrados com o percurso da palavra fotossíntese, foi possível identificar quando e como se deu nos livros escolares a inserção de conceitos/princípios gerados no campo da ciência. Sendo a fotossíntese um conteúdo escolar das ciências naturais *que carrega outros*, também foi possível identificar ao longo dos 90 anos um conjunto de palavras correlatas, diferentes nas grafias, mas semelhantes nos significados.

Destaca-se, também, que em estudos sobre os livros escolares, ou sobre seus conteúdos impressos, não se pode dissociar o conhecimento das restrições técnicas que regulam sua realização material, nos circuitos econômicos que enquadram sua produção e difusão numa época dada. Na medida em que o principal interesse comercial do livro escolar está na longevidade, ele tende a gerar uma descrição fixa da realidade. A lógica econômica só faz senão aumentar a distância entre o *saber científico* e o *saber ensinado*, entre a realidade social e a imagem dela apresentada.

A segunda pesquisa aqui apresentada, situa-se no campo da produção científica sobre fotossíntese, com apoio do instrumental bibliométrico (MEADOWS, 1999; LARIVIERE, ARCHAMBAULT, GINGRAS, 2007). Centrou-se na trajetória<sup>7</sup> do termo “photosynthesis” em publicações científicas encontradas na base de dados do ISI-Web of Science (WoS), de 1945 a 2012. Os significados atribuídos ao termo, que o definem como conceito científico, não foram analisados, mas vale ressaltar, que a trajetória do termo e a evolução do conceito científico estão mutuamente implicadas e condicionadas por diferentes contextos de produção científica sobre fotossíntese. Gest (2002) fortalece esta mútua implicação referindo-se ao cientista Antoine Lavoisier que, além de ter revolucionado a química no século XVIII, ao substituir o termo flogisto pelo termo (e conceito) oxigênio, sabia da importância das definições precisas. Conforme o próprio Lavoisier, “nós não podemos melhorar a linguagem de qualquer ciência sem ao mesmo tempo melhorar a ciência em si; nem podemos, por outro lado, melhorar uma ciência sem melhorar a linguagem ou a nomenclatura” (Lavoisier<sup>8</sup> *apud* Gest, 2002).

As primeiras inferências sobre o crescimento das plantas foram propostas pelo médico belga Jan Baptista van Helmont (1580-1644) ao concluir, em 1640, que a água fornecia elementos para o aumento de biomassa. Porém, considera-se que foi apenas em 1727, quando o botânico inglês Stephen Hales (1677-1761) mostrou que a luz e o ar atmosférico são necessários para o crescimento das plantas, o ano de início dos estudos sobre fotossíntese (Almeida, 2005). Já o termo fotossíntese, designando o conjunto de processos em que a energia eletromagnética é convertida em energia química usada para a biossíntese de compostos orgânicos, foi proposto pelo botânico norte-americano Charles Barnes (1858-1910), em 1893. Cinco anos se passaram para a afirmação do termo pelos estudiosos da época e, a partir de 1898, tornou-se denominação internacional.

Com o início do século XX, as relações de interdependência entre técnica, ciência e tecnologia foram gerando significativas implicações nos processos de produção da ciência geral e de tópicos específicos, como fotossíntese. Dos eventos ocorridos a partir de 1945, e que marcaram a história desse século (Hobsbawn, 1995), àqueles que, direta ou indiretamente se relacionam com a temática energia e suas transformações, geraram efeitos significativos nas taxas de crescimento da produção científica sobre fotossíntese, bem como da difusão da literatura especializada.

---

<sup>7</sup> **trajetória:** *sf.* ‘linha descrita ou percorrida por um corpo em movimento’ | -*jec-* 1874. (Cunha, 2012, p.643).

<sup>8</sup> LAVOISIER, A. *Elements of Chemistry*. Edinburgh: Creech, 1790.

Alguns exemplos marcantes na reconfiguração mundial, não apenas no mundo da ciência: fim da Segunda Guerra Mundial e Guerra Fria (1945-1991); União Soviética lança o foguete Sputnik-1, em 1957, e os Estados Unidos lança o foguete Explorer I, em 1958; União Soviética lança o primeiro homem ao espaço a bordo da Vostok-1 em 1961; Ronald Reagan anuncia o Programa Espacial “Guerra nas Estrelas” em 1983; e, em 1989, ocorre a queda do muro de Berlim. Também, no mundo da educação, estes acontecimentos geraram efeitos significativos, como por exemplo, a rápida expansão do ensino superior no Ocidente, na década de 1960. O número de estudantes norte-americanos que faziam doutorado dobrou entre o começo e o fim da década, assim caracterizada por apresentar uma rápida expansão das pesquisas, pesquisadores e instituições afins (Meadows, 1999).

Ademais, e no contexto deste trabalho, considerou-se relevante o desenvolvimento tecnológico da informática, em especial o da comunicação por redes de computadores. Um exemplo foi a criação da rede BITNET (*Because It's Time to NETWORK*), em 1981 (Carvalho, 2006), para que se pudesse obter um meio mais rápido e barato de comunicação entre universidades e instituições de pesquisa. Foi esta rede a principal fonte de troca de informações até 1990/1991, coincidente com o pico de produção científica com o termo “photosynthesis”. A partir desta data, iniciou-se a utilização do protocolo TCP/IP, a espinha dorsal da Internet que, por sua maior abrangência nas conexões mundiais, suplantou a BITNET. Ou seja, a partir de 1991, a tecnologia da Internet intensificou a troca de informações e a recuperação de dados, passando a generalizar-se, atingindo espaços para além do mundo acadêmico. Foi neste período, também, que ocorreu o aparecimento das primeiras versões digitais de algumas revistas científicas, o que acabou por incidir no aumento significativo da produção científica mundial, se comparado com períodos anteriores.

## **OBJETIVO GERAL**

Identificar e comparar o percurso de 90 anos da palavra **fotosíntese** em livros escolares de ciências naturais, editados na Espanha, com a trajetória de 67 anos do termo “photosynthesis” em publicações científicas encontradas na base de dados ISI-Web of Science e assim poder contribuir no fortalecimento, ou não, da hipótese de um possível descompasso entre o *saber científico* e o *saber ensinado*.

### **Objetivos Específicos**

- a) identificar o percurso da palavra fotossíntese, e seus correlatos, nos livros escolares editados na Espanha da amostra selecionada;
- b) quantificar o número de aparecimentos da palavra principal e seus correlatos; e
- c) relacionar a composição desse percurso com os sentidos que foram sendo atribuídos à fotossíntese do livro escolar;
- d) selecionar os termos representativos da produção científica sobre o fenômeno fotossintético, com base na história deste campo de pesquisa;
- e) identificar a trajetória do termo fotossíntese e seus correlatos selecionados;
- f) mapear a evolução da produção científica sobre fotossíntese, estabelecendo os marcos temporais e de produção significativos para o desenvolvimento deste tópico específico;
- g) propor parâmetros de caracterização dos marcos temporais e de produção: artigos, áreas de pesquisa e periódicos;
- h) analisar de forma comparativa o desenvolvimento da produção científica sobre fotossíntese com a produção global, em termos dos parâmetros de caracterização propostos; e
- i) contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia de análise da produção científica em áreas específicas, passível de aplicação em diferentes contextos.

**1 A FOTOSSÍNTESE EM LIVROS ESCOLARES ESPANHÓIS CIÊNCIAS  
NATURAIS: UM PERCURSO DE NOVENTA ANOS (1900-1990) (Artigo 1)**



**A FOTOSSÍNTESE EM LIVROS ESCOLARES ESPANHÓIS DE CIÊNCIAS  
NATURAIS:  
UM PERCURSO DE NOVENTA ANOS (1900-1990)**

Heloisa Junqueira<sup>1</sup>, Márcia Finimundi<sup>2</sup>, Eduardo Pacheco Rico<sup>3</sup>, Diogo Onofre Souza<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Licenciada em Ciências Biológicas; Mestre em Educação; Professora da Faculdade de Educação; Doutoranda em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: heloisa.junqueira@ufrgs.br.

<sup>2</sup> Licenciada em Ciências e Matemática; Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil; Professora da Educação Básica; Doutoranda em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>3</sup> Bacharel ou /e Licenciado em Ciências Biológicas, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS); Mestre e Doutor em Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>4</sup> Mestre e Doutor em Bioquímica, Universidade Federal do Rio de Janeiro; Professor Titular do Departamento de Bioquímica, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Orientador do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.

**Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012**

### RESUMO

Nesta pesquisa, buscou-se evidenciar o percurso da palavra *fotossíntese* em livros escolares de ciências naturais editados na Espanha, ao longo dos primeiros 90 anos do século XX (1900-1990). Considerando os contextos de produção de livros escolares, investigou-se uma amostra da coleção de livros da Editorial Bruño, da Ordem Lassalista, que foi composta por dois critérios de seleção: área curricular, livros de ciências naturais; e data de edição inserida no período histórico estudado, resultando em 50 exemplares, utilizados nas escolas espanholas de cada época. Na busca dos vestígios impressos da palavra *fotossíntese*, outras palavras circunscritas foram identificadas, todas correlatas em seus sentidos e ao seu tempo, diferentes na grafia. Elaborou-se uma Ficha Catalográfica para a coleta de dados, com adaptações a esta pesquisa. Em cada livro, selecionaram-se trechos em que apareciam a palavra *fotossíntese* ou correlatas, que foram transcritos literalmente. Destacaram-se as palavras identificadas e contou-se o número de aparecimentos de cada uma. Na análise dos dados, as palavras foram transformadas em categorias e subcategorias, por critério semântico (significados), gráfico (signos e símbolos) e quantitativo (número de aparecimentos de cada palavra). Apresentam-se os resultados em cinco gráficos, representando uma síntese da distribuição das categorias e subcategorias, ao seu tempo. Evidenciou-se que o percurso impresso da palavra *fotossíntese*, nos manuais de ciências naturais amostrados, foi acompanhado por um conjunto de outras palavras, correlatas em seus sentidos,

ainda que com diferentes grafias. A categoria fotossíntese, e as demais circunscritas, apresentou o pico máximo de aparecimentos na década de 70. Concluiu-se que o percurso evolutivo da *fotossíntese no livro escolar* não foi linear nem progressivo. Configurou-se com sinuosidades expressas, ao seu tempo, por variadas entradas e saídas de palavras, diferentes em grafias, não necessariamente em significados. Relacionou-se a distribuição dessas palavras no tempo com as condições histórico-sociais do período investigado: duas Guerras Mundiais, uma Guerra Civil, a ditadura franquista e o início da transição democrática e seus efeitos na história da escolarização espanhola, em especial, a dos manuais escolares.

**PALAVRAS-CHAVE:** fotossíntese, livros escolares, ciências naturais, história dos manuais escolares

### **THE PHOTOSYNTHESIS IN SPANISH TEXTBOOKS OF NATURAL SCIENCES: A PASSWAY OF NINETY YEARS (1900-1990)**

#### **ABSTRACT**

The aim of this paper was to demonstrate the trajectory of the word *photosynthesis* in natural sciences textbooks edited in Spain throughout the first ninety years of the 20<sup>th</sup> century. A sample of the collection of books from Editorial Bruño was investigated. This publishing house, from the Lassalle Order, was French in its origin and subsequently reached Spanish territory. Commencing from the context of production extrinsic to the book, the sample was based on two selection criteria: curricular area (natural sciences); and edition date in the studied historical period (1900-1990). The result was a set of fifty specimens used in both primary and secondary education. In the search of printed traces of the word *photosynthesis*, other circumscribed words were identified. These words were all correlated in their meaning and different in their spelling. A card catalog for data collection was elaborated. In each book, excerpts which displayed *photosynthesis* or correlated words were selected. These passages were literally transcribed. In each excerpt the identified words were highlighted and the number of appearances recorded. When the data was analyzed, words were transformed in categories and subcategories according to three criteria: semantic (meanings), graphic (signs and symbols) and quantitative (number of appearances of each word). The results are presented in five graphs: one shows the distribution of the number of books edited per year throughout ninety years; the other four illustrate the categories and subcategories per number of appearances of each word. It was evinced that the printed path of the word *photosynthesis* in the sampled natural sciences textbooks was accompanied by a set of other words correlated in their meaning even though their spelling was different. In the studied historical period the category *photosynthesis* and the related words had its peak of appearance in the 1970s. This peak was found to be related to: the available collection of books from the editor; the total number of both gathered specimens and representative sample; the dates of edition; and the historical period investigated in this study. Delimited by two World Wars, a Civil War, the Franco dictatorship and the transition to democracy, the history of the Spanish schooling, especially regarding school textbooks, was subject to the legal determinations of the above mentioned period. As a conclusion, it was found that the trajectory of *photosynthesis* in the school textbook was neither linear nor progressive. It was instead constituted by sinuosities expressed through different spellings, but not necessarily distinct meanings.

**KEYWORDS:** photosynthesis, textbooks, natural sciences, history of Spanish schoolbooks

## INTRODUÇÃO

Concebidos como um artefato cultural dotado de materialidade histórica e conteúdos impressos, os livros escolares têm sido regulados por textos legislativos e programações curriculares determinantes ao seu tempo, apresentando-se “como um condensado da sociedade que o produz: ele é, portanto, historicamente e geograficamente determinado” (CHOPPIN, 1992, p.18). Sendo um suporte físico que carrega os conteúdos escolares, o manual escolar tem sido tratado como um objeto de estudo complexo e valioso, pois dotado de múltiplas funções e estatuto ambíguo. Assim, oferece ao pesquisador uma gama de possibilidades investigativas para além dos seus conteúdos impressos, também sobre seus contextos de produção e difusão em sociedades escolarizadas, mantendo estreitas relações com o tempo histórico e o espaço geográfico.

Conforme CHOPPIN (2002), duas concepções de pesquisa histórica sobre livros escolares convivem atualmente: uma, de longa tradição, vincula-se à corrente historiográfica que concebe o livro como um documento histórico entre outros, cujo principal interesse em analisar os conteúdos impressos reside na influência que teriam exercido na formação das mentalidades; e outra, emergente a partir dos anos 1980, filia-se à concepção *ecológica* da literatura escolar, que

visa apreender o manual no contexto global, e, especialmente, dar novo contexto ao seu “discurso”: o livro de classe não é mais então considerado, em um processo escandalosamente redutor, como resultado de um processo intelectual (ou editorial), como depositário de um conteúdo, mas como um instrumento de ensino indissociável do emprego para o qual foi criado (ou do emprego que dele tenha sido feito)<sup>1</sup>.

Filiando-se a essa concepção ecológica de literatura escolar, nesta pesquisa, concebe-se os livros escolares como produtos do contexto global, definidos como instrumentos pedagógicos inscritos numa longa tradição, inseparáveis tanto em sua elaboração, quanto em seu uso, das condições e métodos de ensino do seu tempo, a identificação e descrição do percurso da palavra *fotosíntese*, e seus correlatos, em manuais de ciências naturais permitiu estabelecer significativas relações entre o saber científico e o saber ensinado.

Com intuito de adensar estas relações, iniciou-se um percurso investigativo que, por sua vez, foi conduzido pelo próprio percurso da palavra *fotosíntese*, impresso em livros escolares. A escolha desta palavra, ou termo, presente no ensino de ciências nas escolas de Educação Básica, com o suporte dos manuais de ciências naturais, e seus conteúdos, relaciona-se com a necessidade de difusão de conhecimentos mais atualizados e mais coerentes ao fenômeno fotossintético, estudado e pesquisado no campo da ciência, e que carrega princípios físicos e bioquímicos fortemente relacionados com a manutenção da vida no planeta.

Nesta pesquisa, um conjunto de 50 livros escolares de ciências naturais, editados na Espanha pela Editorial Bruño, ao longo dos primeiros 90 anos do século XX, foi o principal suporte na busca do percurso da palavra *fotosíntese*. Nesta busca identificou-se quando e como se deu a inserção de conceitos científicos nos livros pesquisados. Observou-se, também, que esta inserção acaba por gerar uma espécie de transformação dos conceitos científicos que, ao entrarem nos livros,

<sup>1</sup> CHOPPIN, Alain, O historiador e o livro escolar. *História da Educação*, 2002, 11:1-287.



“viram” conteúdos escolares, historicamente assim denominados e representados por variados signos: palavras, números, imagens, fórmulas e outros.

Referenciando-se no período histórico investigado pelo Proyecto *MANES*<sup>2</sup> (1808-1990), na significativa produção da ciência ao longo do século XX, com efeitos duradouros na formação cultural, social e educativa dos humanos e na escolha por livros de ciências naturais, definiu-se o período desta pesquisa: 1900-1990. Tempo que abarca os últimos noventa anos do passado século, marcado pela força das ciências naturais. Conforme afirma HOBSBAWN (1995, p.516): “nenhum outro período da história foi mais impregnado pelas ciências naturais, e mais dependente dela, que o século XX. Entretanto, nenhum outro período, desde a retratação de Galileu, se sentiu tão desconfortável com elas”.

Nesse contexto, e sobre “o nascimento da ciência moderna” ROSSI (2001) enfatiza:

Aquilo que hoje aparece firmemente codificado e como tal transmitido pelos manuais de física ou de biologia, assim como o que hoje nos parece como óbvio e natural é, porém o resultado de escolhas, opções contrastes e alternativas. *Antes* da codificação que aconteceu em seguida, tais alternativas e tais escolhas eram reais e não imaginárias. Cada decisão implicou em opções, dificuldades, descartes, que, por vezes, configurou-se ao mesmo tempo de forma dramática. (p.20)

Relacionando com a significância das pesquisas sobre manuais escolares, ESCOLANO (1992), membro do grupo de pesquisadores que elaborou e instituiu o referido Programa de Investigação, na época, corrobora ao afirmar que “não se pode, hoje, com rigor, reconstruir o passado da nossa educação sem recorrer ao exame dos livros escolares, instrumentos que constituíram o principal suporte do ensino” (p.77, tradução livre).

Considera-se a expressão *livro escolar* em sua acepção corriqueira, como um “conjunto de folhas impressas formando um volume ou àqueles que poderiam ser colocados entre as mãos dos alunos ou ainda obras que poderão ser introduzidas nas aulas relativo às escolas”<sup>3</sup>, designa apenas uma parte daquilo que é chamado material didático.

Já em relação ao processo de produção e de uniformização dos livros escolares, sabe-se que está intimamente ligado ao desenvolvimento do ensino simultâneo. Praticado costumeiramente nos dias atuais, este método de ensino é, com efeito, bastante recente: se ele era amplamente praticado nos colégios do Antigo Regime, ele foi introduzido no ensino primário apenas no final do século XVIII pelo fundador do Instituto dos Irmãos das Escolas Cristãs, João-Batista de La Salle (1651-1719). O mestre instrui e conduz simultaneamente todos os alunos presentes, se volta diretamente a eles e todos executam ao mesmo tempo as mesmas atividades. Para tanto, os estudantes são divididos e agrupados em classes de nível relativamente homogêneo, conforme aos seus conhecimentos e com instrumentos pedagógicos idênticos à disposição. Apesar das incitações do poder, a partir de 1830, esse modo de ensino muito lentamente penetra nas escolas primárias e se

<sup>2</sup> Proyecto *MANES*: Programa de Investigação sobre Manuais Escolares, interdisciplinar e internacional, instituído pelo Departamento de História da Educação e Educação Comparada, Universidade de Educação a Distância (UNED), em 1992, abarcando o período de 1808 a 1990.

<sup>3</sup> Le dictionnaire de notre temps, Paris, Hacette, 1992 ; CHOPPIN, 1992 e 2004.

generaliza somente a partir dos anos de 1850, na Europa e, após 1890 na América Latina (CHOPPIN, 1992; AGUIRRE LORA, 2001).

É importante também considerar que, em estudos sobre os livros escolares, ou sobre seus conteúdos impressos, não se pode dissociar o conhecimento das restrições técnicas que regulam sua realização material nos circuitos econômicos, determinantes da sua produção e difusão numa época dada. Na medida em que o principal interesse comercial do livro escolar está na longevidade, ele tende a gerar uma descrição fixa da realidade. Evidencia-se, portanto, que a lógica econômica só faz senão aumentar a distância entre o *saber científico* e o *saber ensinado*, entre a realidade social e a imagem dela apresentada. Esta defasagem é desencadeada em dois níveis: no nível da produção, a reedição de um livro nem sempre gera as atualizações necessárias, e no nível da utilização, quando várias gerações sucessivas se utilizam do mesmo exemplar.

Valendo para todas as épocas, essa defasagem tem sido mais significativa e pertinente quando se trata de conteúdos das ciências ou das línguas estrangeiras, pois a aceleração do processo de produção de conhecimentos científicos ou o desenvolvimento das técnicas e tecnologias de comunicação levam a uma rápida obsolescência do livro escolar (CHOPPIN, 1992; 2004). Focando nos tempos da ciência e da escola, e seus materiais didáticos, observa-se uma ausência marcante de atualização nos conteúdos impressos em livros escolares. Segundo TORRES (1994)<sup>4</sup>,

existe uma notável dificuldade para atualizar os conteúdos nos livros-texto, algo que se torna visível se nos detivermos a analisar o grau de demora em formar parte de seu temário das novidades científicas, artísticas, literárias, etc., que se estão produzindo dia a dia. Há importantíssimos descobrimentos matemáticos, físicos, biológicos, históricos, artísticos, econômicos, etc., que tardam muito em se incorporar a estes recursos didáticos e que, apesar disto, chegam a inundar os meios de comunicação de massa.

Para além do tema da atualização dos conteúdos impressos, os livros escolares são um suporte físico e simbólico que vincula o mundo da educação e o da ciência, instituições sociais produzidas historicamente, que podem ser investigadas através do livro-texto como um todo, já que contém e expressa os processos de desenvolvimento do campo educacional e do campo científico. Sendo assim, o livro escolar tem sido tratado também como uma inovação que carrega outras inovações, técnicas, científicas e tecnológicas, em especial, àquelas relativas aos processos de impressão de materiais didáticos. Com isso, através dos tempos, observa-se um gradativo afastamento entre forma e conteúdo: uma marcada pelo caráter de inovação, cada vez mais impregnada dos avanços tecnológicos; e o outro, identificado por seu caráter de conservação, sem incorporar os avanços advindos dos conhecimentos científicos e tornando-se desatualizado ou obsoleto. (CAMPANARIO, 1999; PERALES *et al.*, 2002; CHOPPIN, 2004; CORNEJO, 2006; FERNÁNDEZ CUELLAR *et al.*, 2008; CORSINI *et al.*, 2010).

Tratando-se de um conjunto de signos e símbolos, os conteúdos dos livros escolares são veiculados nas escolas sob a mediação de palavras, prioritariamente, além de números e imagens. Estas palavras que recheiam os manuais escolares e

<sup>4</sup> TORRES, J. *Globalización e interdisciplinariedad: el curriculum integrado*, Madrid, Morata, 1994, p.177 (tradução livre).

no seu todo compõem os chamados conteúdos escolares, são consideradas diferentes de outras, como as contidas em obras literárias não escolares. De um modo geral, as dos livros escolares difundem os programas curriculares prescritos em textos legislativos de cada época, com alterações pertinentes aos níveis de ensino. Carregam, portanto, as representações daquilo que precisa e deve ser ensinado e aprendido, ao seu tempo.

Tendo em vista essas representações, considerou-se que os resultados da pesquisa sobre “a vida das palavras” (ZOLNERKEVIC, 2011) são muito significativos, porque reforçam o argumento de que as palavras expressam suas histórias: desde os tempos da sua criação, dos espaços de sua difusão e dos sujeitos interlocutores da linguagem. De acordo com esta pesquisa, a situação lembra muito a dos seres vivos lutando por sua sobrevivência. Cada palavra pode ser pensada como uma espécie biológica, assim como cada uso da palavra pode ser comparado a um indivíduo de uma espécie (ALTMANN, 2011; ZOLNERKEVIC, 2011). A palavra precisa se reproduzir para sobreviver, o que se dá a partir do momento em que alguém lê a palavra em algum lugar e a memoriza para usar no futuro. Assim, sua disseminação pode ser pensada como sendo um nicho ecológico (capacidade de interação) da espécie no ambiente e, quanto mais estreito for este nicho, mais risco de extinção se apresenta.

Com essa analogia, além dos pressupostos apresentados, das muitas e diversificadas palavras que se pode ler nos livros escolares de ciências naturais, escolheu-se a *fotosíntese* e seu percurso impresso como objeto de estudo. Sendo também objeto de ensino escolar, sua escolha relacionou-se com a significativa relevância da atividade fotossintética para a manutenção e reprodução da vida no planeta. Ainda que as primeiras inferências sobre o crescimento das plantas tenham sido datadas em 1640, com a proposição do médico belga Jan Baptista van Helmont (1580-1644) de que a água fornecia elementos para aumento de biomassa, foi na primeira década do século 18, com as experiências do botânico inglês Stephen Hales (1677-1761), que os estudos sobre fotossíntese tiveram seu início. Em 1727, Hales mostrou que a luz e o ar atmosférico são necessários para o crescimento das plantas.

O termo fotossíntese, um conjunto de processos em que a energia eletromagnética é convertida em energia química usada para a biossíntese de compostos orgânicos, foi proposto pelo botânico norte-americano Charles Barnes (1858-1910), em 1893. Com o seguimento dos estudos e pesquisas experimentais sobre estes processos, os químicos franceses Pierre Pelletier (1788-1842) e Joseph Caventou (1795-1877) denominaram de clorofila ao pigmento verde das plantas. E, em 1837, o botânico alemão Hugo von Mohl (1805-1872) descreveu os cloroplastos.

Desses tempos aos dias de hoje, os conhecimentos do campo da fisiologia vegetal têm contribuído de modo significativo às compreensões sobre a fotossíntese no campo da ciência. Considerando-se que ela se constitui em um elo entre os mundos vegetal e animal, relacionado com os processos de conservação e preservação da vida, FRANÇA e GARCIA (2008) enfatizam:

No início deste século, temos uma compreensão maior da importância da fotossíntese para a vida. Direta ou indiretamente, todos os organismos vivos dependem da atividade fotossintética, e sua principal enzima de assimilação de carbono (ribulose biscofosfatocarboxilase-oxigenase) aparece como a proteína mais importante do planeta, já que todo carbono presente na biosfera passou um dia por seu sítio ativo. A energia armazenada no petróleo,

no gás natural, no carvão mineral e na lenha são produtos sintetizados a partir da energia solar, via fotossíntese. Nesta perspectiva a fotossíntese se destaca como um mecanismo biológico essencial, e sua pesquisa é de vital importância. (p.113)

Definiram-se assim os principais objetivos deste estudo: a) identificar o percurso da palavra fotossíntese, e seus correlatos, nos livros escolares da amostra selecionada; b) comparar as palavras, componentes do percurso ao seu tempo e na geografia da Espanha, que foram aparecendo nos livros; c) quantificar o número de aparecimentos das palavras; e d) relacionar a composição desse percurso com os sentidos que foram sendo atribuídos à fotossíntese do livro escolar - saber ensinado e, assim, poder evidenciar se há ou não um descompasso com o saber científico e, se há como se manifesta.

## METODOLOGIA

### Da amostragem

Ainda que a maioria das pesquisas relacionadas com livros escolares utilize-se de técnicas de amostragem, o critério aplicado com mais frequência costuma ser o sucesso do livro. Mesmo assim, e dado o caráter muito difícil, demorado e enfadonho da reconstituição dos volumes das tiragens, cabe ao pesquisador supor que se deve levar em conta que um livro frequente e longamente reeditado dê preferência aos outros. A partir de uma listagem inicial, porém, é necessário ter acesso garantido aos livros. Ou seja, a despeito de justificativas metodológicas, “a maioria dos estudos históricos sobre manuais escolares ainda se apoiam apenas nas obras que o pesquisador conseguiu encontrar nas (para não dizer na) bibliotecas que visitou!” (CHOPPIN, 1992, p.191).

Assim, a amostra desta pesquisa foi composta somente por livros escolares de ciências naturais encontrados e de acesso facilitado. De um conjunto de 25 editoras espanholas, cinco consideradas de grande porte empresarial foram escolhidas, critério este relacionado com a abrangência da difusão dos seus livros. Destas, quatro informaram, que livros com mais de cinco anos da 1ª edição, chamados textualmente de antigos, eram despachados ou queimados. Foi apenas em uma editora, com um Departamento de Documentação já instituído, sob a responsabilidade de uma profissional especializada em catalogação, que se pode encontrar e acessar os manuais escolares de ciências naturais, editados de 1900 a 1990. Denomina-se Editora Bruño, vinculada a Ordem Lassalista, com matriz francesa, atingindo posteriormente o território espanhol.

Considerando que a catalogação do acervo de manuais escolares estava em processo, foi possível compor uma primeira listagem com 236 livros, independente ainda das datas de edição. Focando cada vez mais nos livros de ciências naturais do período histórico escolhido, duas listagens foram compostas: uma com os exemplares completos (livros escolares, apoios didáticos e fichas de trabalho), totalizando 67 materiais; outra, com exemplares incompletos, apenas com os prólogos e os índices dos livros, num total de 28. Destes 95 exemplares, com base em dois critérios de amostragem, livros de ciências naturais e período de tempo físico e histórico (1900-1990), uma amostra de 50 exemplares foi composta (ver **ANEXO 1**).

### Da coleta de dados

Partindo-se dos critérios de seleção dos 50 livros amostrados, período histórico (1900-1990) e área curricular (ciências naturais), componentes do contexto

de produção externo aos livros, os dados específicos foram coletados do contexto interno ao livro: folhas impressas delimitadas por capa e contracapa, contendo diversos signos e representações gráficas, com marcado predomínio de palavras ao longo dos 90 anos pesquisados.

Em cada livro amostrado, o método utilizado na obtenção dos dados foi composto dos seguintes passos: leituras sucessivas de cada livro escolar, buscando e identificando os contextos de inserção da palavra *fotosíntese* e seus correlatos; demarcação dos trechos circunscritos à palavra *fotosíntese*, e seus correlatos, que foram digitados literalmente; destaques em cores dos termos ou palavras relacionadas e circunscritas ao objeto de estudo da pesquisa – o percurso da palavra *fotosíntese*; contagem do número de aparecimentos das diferentes palavras contidas nesses trechos; identificação e contagem de outros signos ou símbolos relacionados, presentes nos mesmos trechos, como fórmulas, figuras e imagens. Ao longo deste processo, tanto observações e curiosidades, quanto os dados específicos foram registrados em um diário de campo, instrumento metodológico insubstituível.

Com uma amostra de 50 livros escolares, editados ao longo de 90 anos, para conduzir a seleção dos trechos impressos e neles identificar quais e quantas palavras apareciam, elaborou-se outro instrumento metodológico, uma Ficha Catalográfica, adaptada a esta pesquisa. Para viabilizar uma maior fidedignidade na coleta dos dados, manteve-se a mesma formatação presente em cada livro, quase uma cópia, com destaques em cores dos elementos diretamente ligados ao objeto de estudo. Coletou-se, também, dados complementares sobre o número de edições e reedições dos livros, nível de ensino escolar e público leitor principal.

#### Ficha Catalográfica

- A - Título do Livro
- B - Data (edição/reedição)
- C – N<sup>o</sup>. de páginas
- D - Presença da palavra *fotosíntese* e seus correlatos x n<sup>o</sup> de aparecimentos
- E – N<sup>o</sup>. de linhas/páginas em que aparecem a *fotosíntese* e seus correlatos
- F – Palavras que aparecem no livro
- G – Figuras ou desenhos ou imagens que aparecem no livro

#### **Da Amostra: 50 livros escolares de Ciências Naturais, Editorial Bruño**

Os vestígios da palavra *fotosíntese*, e seus correlatos, presentes nos trechos selecionados de cada livro da amostra, ao mesmo tempo em que conduziram e orientaram a busca dos achados, foram delineando o percurso da *fotosíntese do livro escolar*. Neste caso, livros de ciências naturais, publicados por uma editora espanhola, ao longo dos primeiros 90 anos do século XX. Salienta-se que os textos legislativos desse período, mesmo não tendo sido tratados neste estudo, regulamentaram o processo de edição e publicação dos 50 amostrados, pela Editorial Bruño, através dos pareceres favoráveis das comissões de avaliação de livros escolares, viabilizando sua utilização nas escolas espanholas primárias e secundárias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor dimensionar o número de manuais escolares editados ao longo do recorte temporal, 1900-1990, aglutinou-se o número de livros editados por década e por ano de edição, em cada década. Resultou na seguinte distribuição esquemática:

**1900-1919** - 3 Livros: s/d  
**1920-1929** - 1 Livro: 1928 (primeiro com data impressa)  
**1930-1939** - 4 Livros: 1930 (1); 1932 (1); 1934 (2)  
**1940-1949** - 2 Livros: 1947 (1); 1949 (1)  
**1950-1959** - 5 Livros: 1950 (1); 1954 (2); 1955 (1); 1958 (1)  
**1960-1969** - 5 Livros: 1960 (1); 1961 (1); 1966 (1); 1967 (1); 1969 (1)  
**1970-1979** - 19 Livros: 1972 (1); 1973 (5); 1974 (1); 1975 (1); 1976 (1); 1977 (8); 1978 (2)  
**1980-1990** - 11 Livros: 1982 (2); 1983 (1); 1984 (1); 1986 (1); 1988 (4); 1989 (2)

Com esta distribuição dos 50 livros estudados, observaram-se diferenças quanto ao número de exemplares editados, por década e também por ano de edição em cada década. Ainda que sem um estudo mais aprofundado sobre os porquês dessas diferenças quantitativas, pode-se relacioná-las com os períodos específicos da história espanhola, marcada por duas guerras mundiais, uma guerra civil (1936-39) e uma longa ditadura (1939-74), comandada pelo general Francisco Franco. Este contexto externo à produção dos livros escolares acabou por incidir nas regulamentações dos currículos escolares e seus materiais didáticos. Também, considerou-se que o gradativo aperfeiçoamento das técnicas de impressão viabilizou um aumento do número de manuais editado a partir de 1970, ano de promulgação da *Ley General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa* (LGE), em 04/08/1970.

Considerou-se, então, que os livros escolares da amostra também sofreram os efeitos dessas circunstâncias históricas, tanto na sua distribuição quantitativa ao longo dos 90 anos estudados, quanto nos conteúdos impressos difundidos pela editora. Da segunda década (1920-29), por exemplo, apenas um livro foi amostrado; e, das duas últimas décadas, obteve-se o maior número de exemplares: 19 livros na década de 70, com destaque para 1973 (5) e 1977 (8); e 11, na de 80, com quatro livros em 1988.

Como o manual escolar é um suporte amplamente privilegiado do conteúdo educativo, depositário de conhecimentos e de técnicas, com base nos quais a sociedade julga a aquisição necessária à perpetuação dos valores que deseja transmitir às jovens gerações, afirma-se que a legislação educativa e os decorrentes programas curriculares oficiais foram e continuam sendo determinantes na conformação estrita dos manuais. Em parte, o manual é o espelho no qual se reflete a imagem que a sociedade quer dar dela mesma, portanto, um reflexo incompleto, desfocado, frequentemente idealizado. Assim, com foco na palavra *fotossíntese*, componente curricular das ciências naturais, buscou-se identificar e relacionar seu percurso com essa noção de manual escolar que promove um espelhamento da sociedade que o produz. Sendo um reflexo incompleto, abrem-se espaços investigativos sobre o que se denominou *saber científico* e *saber ensinado*.

Com base na Ficha Catalográfica, de cada trecho transcrito dos livros amostrados, contou-se o número de aparecimentos de cada palavra selecionada e que, no seu conjunto, expressaram o percurso da *fotossíntese*, através dos 90 anos

estudados. Essas palavras foram agrupadas por afinidade e/ou semelhança de conteúdo das ciências naturais e transformadas em categorias e subcategorias. Estas, por sua vez, foram dispostas em um quadro, relacionando-as com o número de aparecimentos de cada um, em cada livro, formando-se assim o rol das correlatas à *fotossíntese*. Em seu conjunto, formaram-se nove categorias e 42 subcategorias (**Quadro 1**).

**Quadro1: Categorias, subcategorias e número total de aparecimentos**

Categoria	Subcategoria	Número de aparecimentos
1 FUNÇÃO CLOROFÍLICA	Função clorofílica	46
	Função clorofilácea	5
	Assimilações clorofilácea	12
2 CLOROFILA	Clorofila	100
	Cloroplastos	31
	Estomas	21
3 FOTOSSÍNTESE	Fotossíntese	137
4 INTEGRAÇÃO	Oxigênio	77
	Amido	14
	Glicose	17
	Sacarose	1
	Proteínas	2
	Lipídios	2
	Glicídios	4
	Compostos nitrogenados	1
	Respiração vegetal	35
	Mundo mineral e orgânico	8
	Alimento: homens e animais	1
	Plantas transformam substâncias em outras	25
	5 ENERGIA SOLAR	Energia
Luz solar		39
Energia da luz		24
Energia solar		16
6 NUTRIÇÃO	Nutrição	23
	Seiva bruta	12
	Seiva elaborada	15
7 ENERGIA CELULAR	Folha-laboratório	8
	Energia química	15
	Temperatura	6
	Reação endotérmica	2
	Energia armazenada	2
	Fluxo de energia/matéria	1
	Ciclo de energia	3

	Ciclo de Calvin	1
	ATP	2
8 ENFOQUE EXPERIMENTAL	Microscópio	5
	Laboratório	2
	Microscópio eletrônico	1
	Fórmulas	8
9 RECURSOS DIDÁTICOS	Gráficos	9
	Imagens	56
	Fórmulas	8

A partir deste Quadro, foram elaborados cinco gráficos (em anexo) que expressam os principais resultados dessa pesquisa. Construiu-se cada gráfico a partir das categorias e suas subcategorias correlatas que, ao longo desses 90 anos, acompanharam a palavra *fotossíntese*, delineando seu percurso. Ainda que a amostra tenha sido composta por 50 livros, o número total de datas de edição foi 31, indicando a presença de mais de um livro editado por ano. Com isto, e partindo do ano 1900, obteve-se: sem data (s/d), três livros editados; 1934, dois; 1954, dois; 1973, cinco; 1977, oito; 1978, dois; 1982, dois; 1988, quatro; e 1989, dois. Nas demais datas de edição, somente um exemplar foi coletado. Nenhum livro datado em 1990 foi coletado.

Analisando o percurso da palavra *fotossíntese*, e suas correlatas, nos livros escolares espanhóis de ciências naturais, através dos 90 anos dessa pesquisa, evidenciou-se que seu trajeto foi acompanhado por outras palavras, diferentes em suas grafias, mas não necessariamente em seus significados e ao seu tempo. Este trajeto configurou-se como não linear, nem progressivo, no sentido do menos evoluído para o mais, e as sinuosidades identificadas relacionaram-se com as variadas entradas e saídas de palavras (**ilustrações 1 a, b, c**), que expressavam as determinações oriundas dos contextos de produção dos livros escolares – seus suportes impressos. Estes contextos, por sua vez, relacionam-se fortemente com a história da escolarização espanhola e, em especial, com a história dos manuais escolares.



286. Las hojas pueden ser **simples** o **compuestas**.

(Figura 80.)

Hoja **simple** es aquella cuyo *limbo es de una sola pieza*.

Hoja **compuesta** es aquella que está formada por la reunión de *varios limbos* distintos, (Fig. 80: 2 y 3.)

287. Las principales funciones de la hoja son:

la **respiración** y la **función clorofílica**.

Por la respiración, la planta *absorbe oxígeno* de la atmósfera y *exhala anhídrido carbónico*.

Por la **función clorofílica**, la planta *absorbe anhídrido carbónico*, lo *descompone*, se *apropia del carbono* y *desprende oxígeno*.

Para la función clorofílica necesita la planta sus partes *verdes* y la *luz del sol*; se dice que las plantas **durante el día desprenden oxígeno** y por la **noche expelen anhídrido carbónico**; es porque durante el día realizan la respiración y la función clorofílica, y por la noche sólo respiran, pues les falta la luz solar para la función clorofílica.

La **hoja es el laboratorio** donde se transforma la **savia bruta** en **savia elaborada**.



Fig. 80.—1. Hoja simple.  
2 y 3. Hojas compuestas.

Ilustração 1a – Livro 1, p. 97 (antes de 1928)

1. En la *nutrición* de las plantas tiene un papel muy importante la *clorofila*.

La planta absorbe del suelo, mediante las raíces, el agua y las sales minerales que en ella están disueltas y llega hasta las hojas en donde se efectúa la función clorofílica.

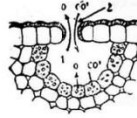


Fig. 27.  
Estoma de una hoja.

2. La *asimilación clorofílica* es una función por lo que la planta verde, viva y expuesta a la luz del sol absorbe el anhídrido carbónico del aire, fija el carbono y despidе oxígeno.

Esta función se llama *fotosíntesis*.

3. Las hojas, por los estomas, *absorben* oxígeno y *desprenden* anhídrido carbónico (Fig. 27).

4. Para que en la planta se haga la *fotosíntesis* necesita.

- a) Estar viva.
- b) Tener clorofila o partes verdes; hojas, corteza, etc.
- c) La luz, porque en la oscuridad no se realiza (Fig. 28).
- d) Calor. La temperatura óptima 25°.

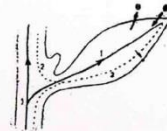


Fig. 28.  
Savia bruta.  
Savia elaborada.

5. *¿Cómo se hace la fotosíntesis?* La clorofila, con la luz, descompone el anhídrido carbónico; el carbono se combina con el agua de la savia para formar materia orgánica y el oxígeno queda libre

Ilustração 1b – Livro 12, p. 42 (1954)

**Los hechos comprobados son los siguientes:**

Hay incorporación de anhídrido carbónico y agua.  
 Hay desprendimiento de oxígeno. \*  
 No hay fotosíntesis sin pigmento fotosintético.  
 La fotosíntesis se incrementa cuando la luz es intensa, decae cuando ésta se debilita y cesa cuando falta luz.  
 En la fotosíntesis se forman hidratos de carbono.

■ **Ecuación global de la fotosíntesis.**

La serie de reacciones que conducen a la síntesis de glucosa a expensas de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, empleando la energía solar, se pueden resumir en la siguiente ecuación:

$$6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + 686 \text{ Kcal} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$$

Esta reacción global, en realidad, abarca dos procesos bien diferenciados: fase luminica y fase oscura.

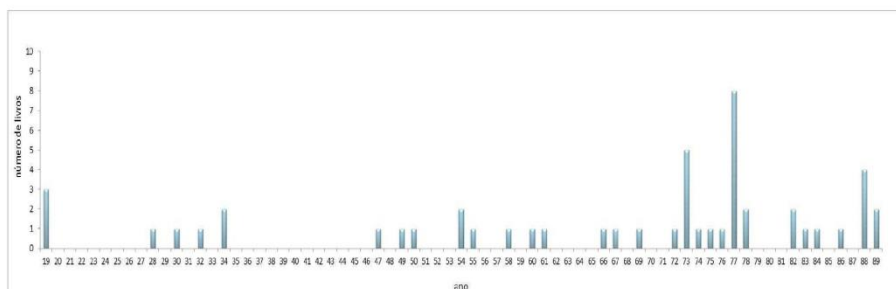
**Ilustração 1c** – Livro 28, p. 139 (1975)

Através dos 50 livros escolares amostrados, editados durante os primeiros 90 anos do passado século, estabeleceram-se parâmetros quantitativos com base no número de aparecimentos da palavra fotossíntese, acompanhada dos seus correlatos. Para tanto, iniciou-se elaborando uma síntese dos elementos-chave que, ao seu tempo, definiram os contornos do percurso da palavra *fotossíntese* em manuais escolares de ciências naturais. Por analogia, nesta pesquisa, esta síntese pode ser representada na forma de um recipiente (livro escolar), recheado de palavras, imagens e outros signos (conteúdos escolares), que por sua vez contém um conjunto dos resultados.

Para a discussão dos resultados, dos vários gráficos elaborados, cinco foram destacados e denominados de *figuras*. No seu conjunto, estes gráficos expressam a composição temporalizada do percurso da palavra fotossíntese, e seus correlatos, como também o representam.

A **Figura 1**, com escala vertical (ordenadas) diferente das outras quatro figuras, apresenta o número de livros escolares amostrados (n=50), editados em cada ano, variando de zero a oito. Nos primeiros 20 anos agrupam-se os livros por não apresentarem ano de edição impresso (s/d), os quais formaram um somatório de três livros escolares. Em 1928, surgiu o primeiro exemplar datado e os dois últimos em 1989. Entre 1935 e 1946, nenhum exemplar editado foi coletado.

Observou-se que na década de 70 ocorreu o maior número de exemplares editados, sendo o pico no ano de 1977, com oito exemplares editados.



**Figura 1** – A abscissa representa o período histórico da coleta dos 50 livros de Ciências Naturais, editados na Espanha pela Editorial Bruño, com início em 1900 e término em 1990. Dos exemplares amostrados, os três mais antigos (n=3) não têm data definida (s/d), o que conduziu o agrupamento dos primeiros 20 anos. A ordenada representa o **número de livros editados** ao longo do período estudado.

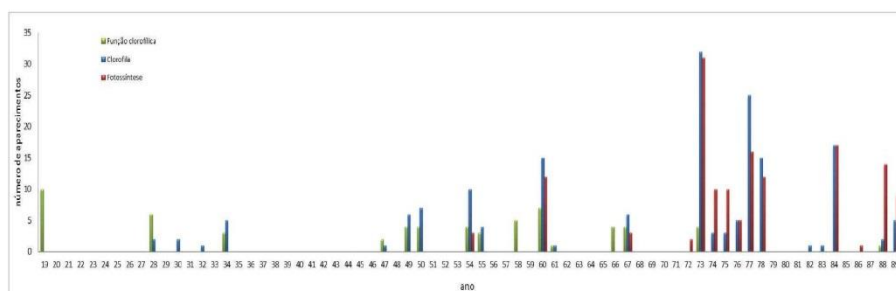
As **Figuras 2, 3, 4 e 5** apresentam escala vertical (ordenadas) de zero a 35, por se tratar do número total de aparecimentos de cada palavra – categorias e suas subcategorias, nos livros escolares, por ano e data de edição. As abscissas dos cinco gráficos, no entanto, expressam a mesma escala, definida pelo período de tempo (1900-1990) em que os 50 livros foram editados. Os resultados mostram que quanto maior o número de livros editados em determinado ano ou período, maior o número de aparecimentos das categorias e suas subcategorias.

Assim, através de quatro figuras, demonstrou-se o percurso da palavra *fotossíntese*. Antes de descrevê-las com mais precisão, a seguir, vale ressaltar que a incompletude do conhecimento e os avanços progressivos da racionalidade pela superação de obstáculos epistemológicos são identificados quando se resgata historicamente a construção da noção de fotossíntese, com base nas contribuições de CURTIS (1977) e PURVES et al., (2002). Até cerca de 300 anos atrás, os naturalistas acreditavam que as plantas extraíam seu alimento do ambiente externo, assim como os animais, sendo o solo a fonte de nutrientes. Tal entendimento correspondia à concepção condizente com o realismo ingênuo, preso às impressões imediatas e a uma apreciação quantitativa grosseira, pois, se a planta tem raízes e depende do solo para manter-se viva e crescer, parece evidente que ela se nutre a partir do solo.

Corroborando com esses autores, SOUZA & ALMEIDA (2002) apresentam uma série de estudos que apontam dificuldades no ensino da noção de fotossíntese, decorrentes da existência entre crianças e adultos, inclusive professores, de concepções diferenciadas daquelas aceitas na atualidade pela comunidade científica. Destaca-se o como e o porquê que da utilização da água, do ar e da luz do sol na produção de alimento (ALMEIDA, 2005).

Analisando o período de tempo estudado (1900-1990), observou-se uma queda no número de aparecimentos da *função clorofílica*, bem como um aumento das aparições da *fotossíntese*, em outros momentos, sendo *clorofila* o acompanhante constante no percurso, atuando como uma espécie de mediador e catalisador (**Figura 2**). Nas duas primeiras décadas, *função clorofílica*, e suas três subcategorias (conforme **Quadro 1**), é citada sete vezes, sendo este o pico das aparições e, em 1988, ocorre a sua última citação, com apenas um aparecimento. Entre 1935 e 1946, não foi encontrada nenhuma citação, já que nenhum livro deste período foi amostrado. Observou-se que entre o final da década de 50 até meados

da década de 60, ocorreu a maior concentração de citações. Já a palavra *clorofila*, apresentando três subcategorias, não é citada até 1927, em nenhum exemplar, aparecendo pela primeira vez em 1928, com dois aparecimentos, e pela última vez em 1989, com cinco aparições. Entre 1949 e 1960, o número de aparecimentos da categoria foi elevado nos exemplares analisados. Porém, é na década de 70 que ocorreu o maior número de citações, sendo o pico no ano de 1977, com 25 citações.

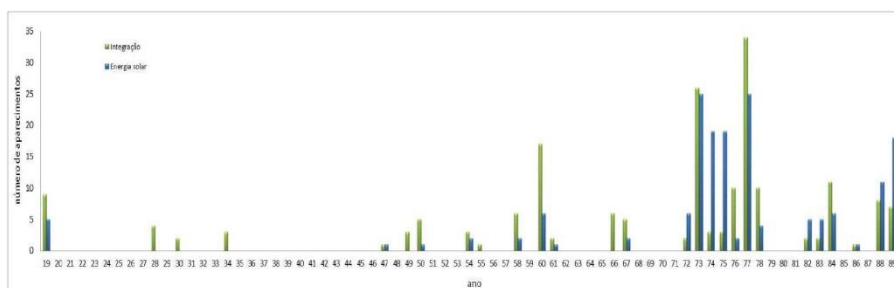


**Figura 2** – A abscissa representa o período histórico (1900-1990) em que se situam os 50 livros de Ciências Naturais editados e coletados. Dos exemplares amostrados, os três mais antigos (n=3) não têm data definida (s/d), o que conduziu o agrupamento dos primeiros 20 anos. A ordenada representa o número de aparecimentos da categoria/palavra **Função Clorofílica**, **Clorofila** e **Fotossíntese** nos 50 livros da amostra estudada.

A **Figura 2** demonstra que, até 1953, a palavra *fotossíntese* não foi citada em nenhum exemplar, aparecendo pela primeira vez em 1954, com três citações e pela última vez em 1989, com nove citações. Observa-se também que é na década de 70 o período em que ocorreu o maior número de aparecimentos, sendo o pico no ano de 1973, com 31 vezes.

Baseando-se nas leis da termodinâmica, o fenômeno da fotossíntese tem o papel de manter a organização e a atividade característica dos seres vivos, ao tomar a energia resultante das reações termonucleares que ocorrem no Sol e incorporá-la nos sistemas biológicos, que a liberam de forma menos útil ou menos ordenada. A fotossíntese permite, portanto, que se crie um fluxo contínuo de energia oriunda do Sol através dos sistemas vivos. De acordo com a primeira lei da termodinâmica, quando a energia muda da luz solar para a planta, não há perda de energia (CORSINI & GALVÃO, 2010).

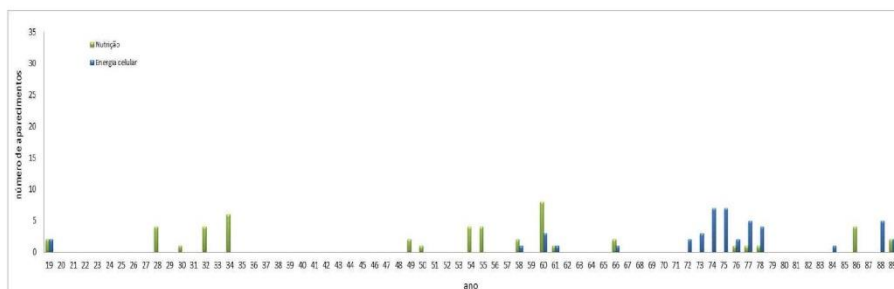
Referenciando-se nestas premissas, entre outras, foram criadas as categorias *integração*, composta de 12 subcategorias, e *energia solar*, com quatro subcategorias (**Figura 3**). Observou-se que as duas categorias andaram juntas, ao longo do período estudado, assim como seus significados também se acompanharam. A categoria *energia solar* apareceu nas duas primeiras décadas e retornou a aparecer em 1947 e pela última vez em 1989, com 18 citações. Na década de 70 e no ano de 1989, ocorreu o maior número de aparecimentos, sendo o pico no ano de 1977, 25 vezes.



**Figura 3** – A abscissa representa o período histórico (1900-1990) em que se situam os 50 livros de Ciências Naturais editados e coletados. Dos exemplares amostrados, os três mais antigos (n=3) não têm data definida (s/d), o que conduziu o agrupamento dos primeiros 20 anos. A ordenada representa o número de aparecimentos da categoria **Integração** e **Energia solar** nos 50 livros da amostra estudada.

A categoria *integração* apareceu nos livros da primeira década, resultando em nove citações, voltando a aparecer somente no final da década de 20. Em 1989, ocorreu a última aparição e, entre 1935 e 1946, não ocorreram aparições. No final da década de 50 e início da década de 60, ocorreram algumas aparições, porém é a década de 70 que concentra o maior número de aparições, tendo dois picos, um em 1973 e o outro em 1977. Ambos com 24 aparições.

Sabendo-se que os vegetais conseguem sintetizar o próprio alimento através da fotossíntese e que necessitam de muitos nutrientes para a manutenção do seu metabolismo, criaram-se duas categorias relacionadas: *nutrição* e *energia celular* (**Figura 4**). Observa-se que *nutrição* permaneceu sozinha no percurso de 1920 a 1957. Em 1958, começou a ser acompanhada por *energia celular* e ambas tiveram na década de 70 o período de maior concentração, como foi observado nos aparecimentos de todas as palavras aqui consideradas. A categoria *nutrição* engloba três subcategorias: *nutrição*, *seiva bruta* e *seiva elaborada*. Já a categoria *energia celular* compõem-se de nove subcategorias, citadas no **Quadro 1**.

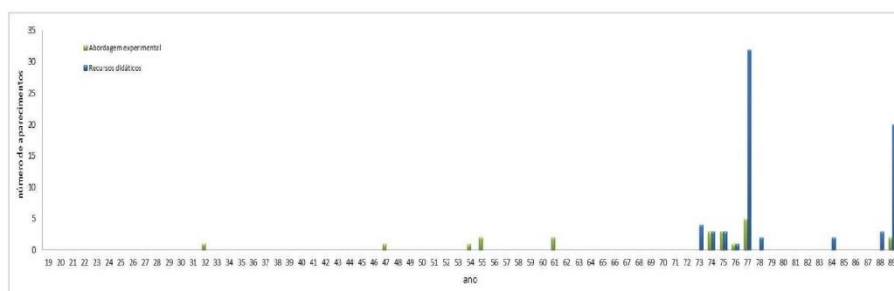


**Figura 4** – A abscissa representa o período histórico (1900-1990) em que se situam os 50 livros de Ciências Naturais editados e coletados. Dos exemplares amostrados, os três mais antigos (n=3) não têm data definida (s/d), o que conduziu o agrupamento dos primeiros 20 anos. A ordenada representa o número de aparecimentos da categoria **Nutrição** e **Energia celular** nos 50 livros da amostra estudada.

A **Figura 4** mostra que *energia celular*, até 1959, foi citada apenas nas primeiras décadas, voltando a aparecer em 1958 e, pela última vez, em 1989, com

duas citações. Mesmo não aparecendo na década de 60, foi na década de 70 que ocorreu o maior número de aparecimentos, sendo o pico em 1974 e 1975, com seis citações.

Concebendo-se que a atividade experimental pode ser um instrumento pedagógico facilitador às compreensões e aprendizagens dos conteúdos escolares das ciências naturais, e sabendo-se da sua relevância no ensino corroborada por estudos e congressos da área no Brasil e fora dele, criou-se as categorias *ênfoque experimental* e *recursos didáticos*. Sendo assim, a **Figura 5** mostra que a categoria *ênfoque experimental* manteve-se sozinha no percurso, até 1973, no qual estiveram presentes as suas quatro subcategorias: microscópio, laboratório, microscópio eletrônico e fórmulas. Foi em 1973 que começou a aparecer sua parceira, *recursos didáticos*, composta pelas subcategorias: gráficos, imagens e fórmulas, com mais aparecimentos do que as palavras que tratam de experimentos. A subcategoria *fórmula* compõe as duas categorias da **Figura 5**, pois a mesma foi classificada por sua representação no ensino escolar, tanto como *ênfoque experimental* tanto como *recurso didático*. Observou-se que essas duas categorias estão presentes fortemente na década de 70.



**Figura 5** – A abscissa representa o período histórico (1900-1990) em que se situam os 50 livros de Ciências Naturais editados e coletados. Dos exemplares amostrados, os três mais antigos (n=3) não têm data definida (s/d), o que conduziu o agrupamento dos primeiros 20 anos. A ordenada representa o número de aparecimentos da categoria **Abordagem experimental** e **Recursos didáticos** nos 50 livros da amostra estudada.

A categoria *ênfoque experimental* não apareceu nos exemplares analisados, até 1931, aparecendo pela primeira vez em 1932, com uma citação e pela última vez em 1989. No início das décadas de 30 e 60 e até meados das décadas de 40 e 70, respectivamente, não foram registradas aparições desta categoria. A concentração dá-se nos anos de 1954, 1955 e 1961, sendo o pico dos aparecimentos na década de 70. Já a categoria *recursos didáticos* não foi citado, até 1972 nos livros amostrados. Em 1973, esta categoria e suas subcategorias apareceram pela primeira vez em 1989, com cinco citações e, pela última vez com 21 citações. Observou-se que na década de 70 ocorreu o maior número de aparições, sendo o pico em 1977, com 31 citações.

## CONCLUSÃO

Concluiu-se que o percurso da palavra *fotossíntese no livro escolar* não foi linear nem progressivo. Configurou-se com sinuosidades expressas, ao seu tempo, por variadas entradas e saídas de palavras, diferentes em grafias, não necessariamente em significados.

Assim sendo, este estudo pode oferecer uma ampla visão a respeito do perfil deste tema e suas modificações ao longo do tempo, bem como o aperfeiçoamento,

substituição e acréscimos das palavras impressas em livros escolares de Ciências Naturais, estabelecendo-se relações com o ensino da fotossíntese no contexto escolar da Espanha.

#### REFERÊNCIAS

AGUIRRE LORA, M. E. Enseñar con textos e imágenes. Una de las aportaciones de Juan Amós Comenio. **Revista de Enseñanza de las Ciencias**, V.3, N.1, 2001.

ALMEIDA, R. O. Noção de fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. **Candombá - Revista Virtual**, v. 1, n. 1, pp. 16–32, jan–jun 2005.

ALTMANN, E.G. *et al.* Niche as a determinant of word fate in online groups. **PLoS ONE**: mai; 2011.

CAMPANARIO, J.M. La ciencia que no enseñamos. **Revista de Enseñanza de las Ciencias**, p.397, V.17. N.3, nov. , noviembre 1999.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. Educação e Pesquisa - Revista da Faculdade de Educação da USP. São Paulo, Universidade de São Paulo, v. 30, n. 3, set./dez. 2004, p. 564-565.

CHOPPIN, Alain. O historiador e o livro escolar. FAE/UFPeL: **História da Educação**, n.11. p.1-28, 2002.

CHOPPIN, A. **Les manuels scolaires: histoire et actualité**. [Os Manuais Escolares: História e Atualidade] Paris : Hachette, 1992.

CORNEJO, J. N. La enseñanza de la ciencia y la tecnología en la escuela argentina (1880-2000): un análisis desde los textos. **Revista de Enseñanza de las Ciencias**, V.26, N.1, p.357, noviembre, 2006.

CORSINI, A. M. A.; GALVÃO, V. S. A Perspectiva Didática em Livros de Ciências e a Formação Científica Voltada para o exercício da Cidadania. **Anais: VII ENPEC**, 2010.

FERNÁNDEZ CUELLAR, L.; GALLEGO BADILLO, R.; PÉREZ MIRANDA, R. El modelo atómico de E. Rutherford del saber científico al conocimiento escolar. **Revista de Enseñanza de las Ciencias**, V.26, N.1, p. 43, marzo 2008.

CURTIS, H. Como as plantas capturam energia do sol. In: \_\_\_\_\_. **Biologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977. p. 122-137.

ESCOLANO, A. **El libro y la escuela**. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura, Ministerio de Cultura, 1992.

HOBBSAWN, E. Brujos y aprendices: las ciencias naturales. *In: Historia del siglo XX: 1914-1991*. Barcelona: Critica, p. 516-550, 1995



PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. de D., Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto, **Revista de Enseñanza de las Ciencias**, V.20, N.3, p. 369, noviembre 2002.

PURVES, W. K. et al. Fotossíntese: energia do sol. In: \_\_\_\_\_. **Vida: a ciência da biologia**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 136-153.

ROSSI, P. **O nascimento da ciência moderna na Europa**. Bauru, São Paulo: EDUSC, 2001 (1997).

SOUZA, S. C. de; ALMEIDA, M. J. P. M. de. A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. **Ciência & Educação**, Piracicaba, v. 8, n. 1, p. 97-111, 2002.

TORRES, J. **Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integrado**. Madrid: Morata, 1994.

ZOLNERKEVIC, I. A vida das palavras. **Revista PESQUISA FAPESP**: 185 7; 2011.

## ANEXO 1

## Referências dos Livros Didáticos de Ciências Naturais da Editorial Bruño

- 1 - BRUÑO, G. M. **Elementos de Ciencias de la Naturaleza: Primer Curso**. Madrid: Editorial Bruño, s/d, 4ª edición, 149p.
- 2 - BRUÑO, G. M. **Elementos de Ciencias de la Naturaleza: Segundo Curso**. Madrid: Editorial Bruño, s/d, 267p.
- 3 - BRUÑO, G. M. **Nociones de Ciencias de la Naturaleza: Primer grado** (capa); **Elementos de Ciencias de la Naturaleza: Primer curso** (1ª página). Madrid: Editorial Bruño, s/d, 6ª edición, 146p.
- 4 - BRUÑO, G. M. **Compendio de Historia Natural** (capa); **Compendio del Curso Elemental de Historia Natural e Higiene** (1ª página). Paris: Editorial Bruño, 1928, 206p.
- 5 - BRUÑO, G. M. **Primeras Nociones de Ciencias**. Paris: Editorial Bruño, 1930, 258p.
- 6 - BRUÑO, G. M. **Ciencias Físicas y Naturales: Segundo Grado**. Madrid: Editorial Bruño, 1932, 210p.
- 7 - BRUÑO, G. M. **Ciencias Físicas y Naturales: Primer Grado**. Madrid: Editorial Bruño, 1934, 112p.
- 8 - BRUÑO, G. M. **Ciencias Físicas y Naturales: Tercer Grado**. Madrid: Editorial Bruño, 1934, 382p.
- 9 - BRUÑO, G. M. **Elementos de Ciencias de La Naturaleza: Segundo Grado** (capa); **Elementos de ciencias de la Naturaleza: Segundo Curso** (1ª página). Madrid: Editorial Bruño, 1947, 271p.
- 10 - BRUÑO, G. M. **Ciencias Cosmologicas: Tercer Curso**. Madrid: Editorial Bruño, 1949, 147p.
- 11 - BRUÑO, G. M. **Ciencias Cosmologicas: Segundo Curso de Bachillerato**. Madrid: Editorial Bruño, 1950, 152p.
- 12 - BRUÑO, G. M. **Ciencias Naturales: Segundo Curso**. Madrid: Editorial Bruño, 1954, 156p.
- 13 - BRUÑO, G.M. **Ciencias Naturales: Primer Curso** (capa); **Ciencias Naturales: Primer Curso de Bachillerato – Plan 1953** (1ª página). Madrid: Editorial Bruño, 1954, 140p.
- 14 - BRUÑO, G. M. **Ciencias Físicas y Naturales: Tercer Grado** (capa); **Ciencias Físicas y Naturales: Tercer Curso** (1ª página). Madrid: Editorial Bruño, 1955, 405p.

- 15 - BRUÑO, G. M. **Ciencias de la Naturaleza** (capa); **Elementos de Ciencias de la Naturaleza: Primer Curso** (1ª página). Madrid: Editorial Bruño, 1958, 10ª edición, 147p.
- 16 - EDICIONES BRUÑO. **Ciencias Naturales: Quinto Curso de Bachillerato**. Madrid: 1960, 483p.
- 17 - EDICIONES BRUÑO. **CIENCIAS NATURALES: Grado Elemental**. Madrid: Editorial Bruño, 1961, 125p.
- 18 - BRUÑO, G. M. **Ciencias Naturales: Observación de la Naturaleza**. Para los Cursos Primero y Segundo de Bachillerato. Madrid: Editorial Bruño, 1966, 196p.
- 19 - BRUÑO, G. M. **Ciencias Naturales: Tercer Curso de Bachillerato**. Madrid: Editorial Bruño, 1967, 412p.
- 20 - LASSO LACHA, Rosa. **Ciencias Naturales: Segundo Curso Bachillerato**. Madrid: Editorial Bruño, 1969, 159p.
- 21 - CAMPOS DELGADO, Jesús. **Ciencias de la Naturaleza: Libro de Consulta 6ª EGB** Madrid: Editorial Bruño, 1972, 159p.
- 22 - BLÁSQUEZ ALDANA, Manuel-Angel et al. **CIENCIAS: Areas Social y Natural**. Curso 1º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1973, 154p.
- 23 - PEDRAJAS, Marilita et al. **CIENCIAS** - 2º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1973, 1ª edición, 118p.
- 24 - CAMPOS DELGADO, Jesús. **CIENCIAS: Areas Social y Natural**. Curso 3º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1973, 1ª edición, 119p.
- 25 - CAMPOS DELGADO, Jesús. **CIENCIAS: Areas Social y Natural**. Curso 5º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1973, 203p.
- 26 - CAMPOS DELGADO, Jesús. **CIENCIAS NATURALES** - 7º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1973, 1ª edición, 251p.
- 27 - CAMPOS DELGADO, Jesús. **CIENCIAS** – 8º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1974, 1ª edición, 251p.
- 28 - HERRANZ LÓPEZ, Jesús. **CIENCIAS DE LA NATURALEZA** - Curso 1º de Bachillerato. Madrid: Editorial Bruño, 1975, 357p.
- 29 - CAMPOS DELGADO, Jesús. **CIENCIAS DE LA NATURALEZA** - Curso 1º de Bachillerato. Madrid: Editorial Bruño, 1976, 343p.
- 30 - PANADERO CUARTERO, Juan Eduardo. **CIENCIAS NATURALES** - 6º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1977, 1ª edición, 255p.

- 31 - RAMÍREZ DEL POZO, Saturio. **CIENCIAS DE LA NATURALEZA** - Curso 3º de Bachillerato. Madrid: Editorial Bruño, 1977, 349p.
- 32 - RAMÍREZ DEL POZO, Saturio. **CIENCIAS DE LA NATURALEZA** - Curso 3º de Bachillerato. Madrid: Editorial Bruño, 1977, 319p.
- 33 - PANADERO CUARTERO, Juan Eduardo. **CIENCIAS – NATURALES Y SOCIALES** – 1º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1977, 1ª edición, 95p.
- 34 - CAMPOS DELGADO, Jesús. **CIENCIAS – NATURALES Y SOCIALES** – 2º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1977, 1ª edición, 191p.
- 35 - CAMPOS DELGADO, Jesús. **CIENCIAS – NATURALES Y SOCIALES** – 3º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1977, 1ª edición, 238p.
- 36 - CAMPOS DELGADO, Jesús. **CIENCIAS NATURALES**. 4º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1977, 1ª edición, 190p.
- 37 - CAMPOS DELGADO, Jesús. **CIENCIAS NATURALES**. 5º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1977, 1ª edición, 191p.
- 38 - MARTÍNEZ LORENZO, Antonio; RIAÑO DIEZ, Javier; COUSELO ESPERÓN, Luis. **CIENCIAS NATURALES**. 7º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1978, 286p.
- 39 - COUSELO ESPERÓN, Luis; LÓPEZ RODRÍGUEZ, Luis; MARTÍNEZ LORENZO, Antonio; COUSELO ESPERÓN, José. **CIENCIAS NATURALES**. 8º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1978, 1ª edición, 320p.
- 40 - GOTOR, Fernando; MUÑOZ, Elena. **CIENCIAS DE LA NATURALEZA** - 3º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1982, 1ª edición, 216p.
- 41 - GOTOR, Fernando; MUÑOZ, Elena. **CIENCIAS DE LA NATURALEZA** - 4º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1982, 182p.
- 42 - GOTOR, Fernando; MUÑOZ, Elena. **CIENCIAS DE LA NATURALEZA** - 5º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1983, 1ª edición, 231p.
- 43 - MARTÍNEZ LORENZO, Antonio; RIAÑO DIEZ, Javier; COUSELO ESPERÓN, Luis. **CIENCIAS NATURALES** - 7º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1984, 287p.
- 44 - MARTÍNEZ LORENZO, Antonio; RIAÑO DIEZ, Javier; COUSELO ESPERÓN, Luis. **CIENCIAS NATURALES "PIRAGUA"** - 6º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1986, 175p.
- 45 - ONTAÑÓN PALOMERO, Germiniano; ARCONADA GARCÍA, Florencio; ARCONADA VARAS, Marco Antonio; CACHÁN SANTOS, Luis Javier; MARTÍNEZ LORENZO, Antonio. **CIENCIAS** – 6º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1988, 160pg.
- 46 - ONTAÑÓN PALOMERO, Germiniano; ARCONADA GARCÍA, Florencio; ARCONADA VARAS, Marco Antonio; CACHÁN SANTOS, Luis Javier; MARTÍNEZ

LORENZO, Antonio. **CIENCIAS NATURALES** – 7º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1988, 190p.

47 - ESQUERRA MARTÍN, Antonio. **CIENCIAS NATURALES** – 1º BUP. Madrid: Editorial Bruño, 1988, 320p.

48 - ONTAÑÓN PALOMERO, Germiniano; ARCONADA GARCÍA, Florencio; ARCONADA VARAS, Marco Antonio; CACHÁN SANTOS, Luis Javier; MARTÍNEZ LORENZO, Antonio. **CIENCIAS NATURALES** – 8º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1988, 206p.


49 - ONTAÑÓN PALOMERO, Germiniano; ARCONADA GARCÍA, Florencio; ARCONADA VARAS, Marco Antonio; CACHÁN SANTOS, Luis Javier; MARTÍNEZ LORENZO, Antonio. **CIENCIAS NATURALES**. La Coruña: Editorial Bruño, 1989, 206p.

50 - ANDRÉS HERNÁNDEZ, Salvador; ANDRÉS VELASCO, Francisco; GARNACHO DEL VALLE, Antonio; GARCÍA QUIRÓS, Antonio. **CIENCIAS NATURALES** – 5º EGB. Madrid: Editorial Bruño, 1989, 159p.

**3 O TERMO FOTOSÍNTESE EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS DA BASE DE DADOS DO ISI-WEB OF SCIENCE: UMA TRAJETÓRIA DE SESENTA E SETE ANOS (1945 A 2012) (Artigo 2)**

## ARTIGO 2 - Submissão

13/12/13 ScholarOne Manuscripts

 Pro-Posições SCHOLARONE™ Manuscripts

[Main Menu](#) → [Author Dashboard](#) → Submission Confirmation

You are logged in as Heloisa Junqueira

### Submission Confirmation

Thank you for submitting your manuscript to *Pro-Posições*.

Manuscript ID: PP-2013-0049

Title: O termo "photosynthesis" (fotossíntese) em publicações científicas na base de dados ISI-Web of Science: uma trajetória de 67 anos (1945 a 2012)

Authors: Junqueira, Heloisa  
Strehl, Leticia  
Calabró, Luciana  
Rosa, Luís  
Souza, Diogo

Date Submitted: 13-Dec-2013

 Print  Return to Dashboard

ScholarOne Manuscripts™ v4.14 (patent #7,257,767 and #7,263,655). © ScholarOne, Inc., 2013. All Rights Reserved.  
ScholarOne Manuscripts is a trademark of ScholarOne, Inc. ScholarOne is a registered trademark of ScholarOne, Inc.

 Follow ScholarOne on Twitter

[Terms and Conditions of Use](#) - [ScholarOne Privacy Policy](#) - [Get Help Now](#)

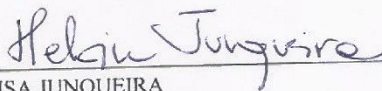
## ARTIGO 2 - Atestado autores

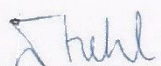
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS


Porto Alegre, 10 de dezembro de 2013

Prezados Editores da Revista Pro-Posições.


Conforme as normas para publicação da Revista Pro-Posições, os autores abaixo assinados **atestam** que o artigo intitulado "O termo "photosynthesis" (fotossíntese) em publicações científicas na base de dados ISI-Web of Science: uma trajetória de 67 anos (1945 a 2012)", não foi e nem está sendo examinado para publicação por nenhum outro periódico ou editor

  
HELOISA JUNQUEIRA

  
LETÍCIA STREHL

  
LUCIANA CALABRÉ

  
LUÍS MAURO GONÇALVES ROSA

  
DIOGO ONOFRE SOUZA



## **O termo “photosynthesis” (fotossíntese) em publicações científicas na base de dados ISI-Web of Science: uma trajetória de 67 anos (1945 a 2012)**

### **The term "photosynthesis" in scientific publications in the ISI-Web of Science databases: a 67 year trajectory (1945-2012)**

#### **Resumo**

A importância científica da fotossíntese na geração e permanência da vida no planeta; a necessidade de difusão e incorporação dos conhecimentos científicos nos livros escolares; a hipótese do possível descompasso entre saber científico e saber ensinado, instigaram a análise da trajetória do termo “photosynthesis” em publicações científicas na base de dados ISI-Web of Science, selecionada por sua acessibilidade e disponibilidade de recursos de captura. As buscas foram realizadas entre 1945, que marca o final da segunda Guerra Mundial e um incremento na pesquisa científica, e 2012, ano da coleta de dados. A contribuição (%) do número de artigos, de áreas de pesquisa e de periódicos com o termo “photosynthesis” cresce entre 1945-1990, 1990-1991 e 1991-2012. Conclui-se que nem sempre a evolução de conceitos científicos é acompanhada no tempo por termos didáticos e que a abordagem metodológica aplicada pode contribuir para outros estudos sobre outros tópicos específicos da ciência, como fotossíntese.

**Palavras-chave:** fotossíntese; produção científica; análise bibliométrica; crescimento da literatura científica

#### **Abstract**

The scientific importance of photosynthesis for the generation and persistence of life on the planet; the need to disseminate and incorporate scientific knowledge in textbooks, the possible mismatch between scientific knowledge and taught knowledge, instigated the analysis of the trajectory of the term "photosynthesis" in scientific publications in the ISI - Web of Science database, selected for its affordability and availability of resources. Searches were conducted between 1945, which marks the end of World War II and an increase in scientific researches, and 2012, the year of data collection. The contribution (%) of the number of articles in the areas and journals researched with the term "photosynthesis" increases between 1945-1990, 1990-1991 and 1991-2012. Results show that not always the evolution of scientific concepts is followed in time by what is taught in schools. Also, the methodological approach applied for the data collection can contribute to other studies about scientific topics or terms such as "photosynthesis".

**Keywords:** photosynthesis; scientific production; bibliometric analysis; growth of scientific literature

## Introdução

Partindo da significativa importância científica do fenômeno fotossintético em processos de geração e permanência da vida no planeta; do pressuposto de que as palavras ou termos expressam suas histórias de vida, desde os tempos da sua criação, dos espaços de sua difusão e dos sujeitos interlocutores da linguagem (Altmann, 2011); e da necessidade de difusão dos conhecimentos produzidos no campo da ciência, dinâmicos e atualizados, de modo a serem incorporados nos currículos e livros escolares, nosso grupo desenvolveu duas investigações relacionadas com o *termo*<sup>9</sup> fotossíntese, sem ainda tratar do conceito<sup>10</sup> científico. A primeira (Junqueira et al., 2012) insere-se no ‘mundo da educação’, na especificidade do livro escolar, e a segunda (este artigo), no ‘mundo da ciência’, com foco na produção científica.

Na primeira pesquisa, analisou-se o percurso do termo fotossíntese em livros didáticos de ciências naturais espanhóis, de 1900 a 1990 (Junqueira et al., 2012). Nestes 90 anos, as mudanças evidenciadas pela fotossíntese, na aceção de conteúdo escolar, foram principalmente marcadas por suas diferentes grafias expressas nos livros e menos pela evolução do conceito científico, ocorrida no mesmo período. Mesmo sendo o fenômeno fotossintético um elo indiscutível entre o mundo vegetal e o mundo animal, observou-se uma ausência de atualização nos significados da fotossíntese do livro, se comparados aos conceitos científicos oriundos das pesquisas sobre esse fenômeno. Com esses resultados, geraram-se as condições para seguir pesquisando a hipótese de um possível descompasso entre a fotossíntese da ciência e a fotossíntese da educação, em especial a do ensino escolar.

Este possível descompasso entre o saber científico e o saber ensinado nas escolas, mediado por livros didáticos, tem sido mais significativo e pertinente quando se trata de conteúdos das ciências naturais, pois a aceleração do processo de produção de conhecimentos científicos ou o desenvolvimento das técnicas e tecnologias de comunicação levam a uma rápida obsolescência dos conteúdos do livro escolar (Choppin, 1992; 2004), fenômeno esse também observado em um nível mais amplo por Viñao (2012) quando trata da formação do educador de ciências.

---

<sup>9</sup>**término, termo:** ‘fim, limite’ | *termio*XIII, *termho* XIII, *termjno* XIV etc. |; ‘palavras, dicção, vocábulo’ | *termo* XVI | Do lat. *terminus* ||. (Cunha, 2012, p.630).

<sup>10</sup>**conceito:** ‘pensamento, ideia, opinião, noção’ 1572. Do lat. *conceptum* || conceituaÇÃO XX || conceituADO 1813 || conceitUAL 1858. Do lat. *conceptualis* || conceitUAR 1813 || conceituOSOXVII. Idem; p.168.

No caso dos conteúdos das ciências naturais, sua fixação nos livros escolares ao longo dos anos denota um afastamento entre os significados dos termos grafados neste tipo de livro e os conceitos científicos relacionados, produzidos socialmente em diferentes instituições de pesquisa em tempos e espaços diversos. Com isto presente, e buscando hipóteses que possam contribuir para o entendimento desse afastamento entre termos e conceitos ou para o provável descompasso entre o mundo da ciência e o da educação, definiu-se o objeto desta segunda pesquisa: a trajetória do termo fotossíntese no campo da produção científica sobre este fenômeno, propondo uma metodologia que auxilie na historicização da literatura científica sobre uma temática, de modo a identificar sua origem e traçar seu desenvolvimento ao longo dos anos.

A trajetória<sup>11</sup> do termo “photosynthesis” nas publicações científicas encontradas na base de dados do ISI-Web of Science (WoS), de 1945 a 2012, foi gerada pelos movimentos que compuseram a linha percorrida pelo termo, ao longo dos 67 anos pesquisados. Os significados atribuídos ao termo, que o definem como conceito científico, produto de investigações sucessivas sobre o fenômeno fotossintético, não foram analisados. Vale ressaltar que a trajetória do termo e a evolução do conceito científico estão mutuamente implicadas e condicionadas por diferentes contextos de produção científica sobre fotossíntese. Gest (2002) fortalece esta mútua implicação referindo-se ao cientista Antoine Lavoisier que, além de ter revolucionado a química no século XVIII, ao substituir o termo flogisto pelo termo (e conceito) oxigênio, sabia da importância das definições precisas. Conforme o próprio Lavoisier, “nós não podemos melhorar a linguagem de qualquer ciência sem ao mesmo tempo melhorar a ciência em si; nem podemos, por outro lado, melhorar uma ciência sem melhorar a linguagem ou a nomenclatura” (Lavoisier<sup>12</sup> *apud* Gest, 2002).

Considera-se que a produção científica sobre o fenômeno da fotossíntese (Basshan; Calvin, 1957; Fuller, 1999; Huzisige; Ke, 1993; Govindjee, 1999; Krogmann, 2000; Gest, 2002; Govindjee; Gest, 2002; Govindjee; Allen; Beatty, 2004; Govindjee; Krogmann, 2004; Olson, 2006; Govindjee, 2010), faz parte do macro contexto das ciências que estudam os conceitos de matéria e energia, bem como seus complexos processos de transformação. Entre as áreas do conhecimento que pesquisam esse fenômeno indispensável à vida no planeta, destacam-se: botânica, fisiologia vegetal, ecologia, bioquímica e biofísica; e, também, as mais aplicadas, como as ciências agrárias, saúde humana, direito ambiental, economia e outros.

---

<sup>11</sup> **trajetória**: *sf.* ‘linha descrita ou percorrida por um corpo em movimento’ | -*jec-* 1874. (Cunha, 2012, p.643).

<sup>12</sup> LAVOISIER, A. *Elements of Chemistry*. Edinburgh: Creech, 1790.

As primeiras inferências sobre o crescimento das plantas foram propostas pelo médico belga Jan Baptista van Helmont (1580-1644) ao concluir, em 1640, que a água fornecia elementos para o aumento de biomassa. Mas foi em 1727, quando o botânico inglês Stephen Hales (1677-1761) mostrou que a luz e o ar atmosférico são necessários para o crescimento das plantas, que os estudos sobre fotossíntese tiveram seu início (Almeida, 2005). Já o termo fotossíntese, designando o conjunto de processos em que a energia eletromagnética é convertida em energia química usada para a biossíntese de compostos orgânicos, foi proposto pelo botânico norte-americano Charles Barnes (1858-1910), em 1893. Cinco anos se passaram para a afirmação do termo pelos estudiosos da época e, a partir de 1898, tornou-se denominação internacional.

Com o início do século XX, as relações de interdependência entre técnica, ciência, tecnologia e sociedades industriais foram gerando significativas implicações nos processos de produção da ciência geral e de tópicos específicos, como a relativa ao fenômeno da fotossíntese. Dos eventos ocorridos a partir de 1945, início do período investigado, e que marcaram a história desse século (Hobsbawn, 1995), destacam-se aqueles que de uma ou outra forma estiveram relacionados com o aumento da produção científica sobre energia e suas transformações: fim da Segunda Guerra Mundial; Guerra Fria (1945-1991); União Soviética testa sua primeira bomba termonuclear (hidrogênio) em 1953; lançamento do foguete Sputnik-1 em 1957, pela União Soviética; lançamento do foguete Explorer I pelos Estados Unidos em 1958; União Soviética lança o primeiro homem ao espaço a bordo da Vostok-1 em 1961; China testa o seu primeiro dispositivo nuclear em 1964; Ronald Reagan anuncia o Programa Espacial “Guerra nas Estrelas” em 1983; e a queda do muro de Berlim em 1989. Também no mundo da educação, os efeitos destes acontecimentos foram de significativa importância. Meadows (1999), por exemplo, ressalta que durante a década de 1960, período caracterizado por rápida expansão do ensino superior no Ocidente, o número de estudantes norte-americanos que faziam doutorado dobrou entre o começo e o fim da década, o que a caracterizou por apresentar uma rápida expansão das pesquisas, pesquisadores e instituições afins.

### **Objetivo geral**

Analisar a trajetória do termo “photosynthesis” nas publicações científicas encontradas na base de dados ISI-Web of Science, ao longo de 67 anos, de 1945 a 2012.

## **Objetivos específicos**

Os objetivos específicos definidos foram: (a) selecionar os termos representativos da produção científica sobre o fenômeno fotossintético, com base na história deste campo de pesquisa; (b) identificar a trajetória do termo fotossíntese e dos termos correlatos selecionados; (c) mapear a evolução da produção científica sobre fotossíntese, estabelecendo os marcos temporais e de produção significativos para o desenvolvimento deste tópico específico; (d) propor parâmetros de caracterização dos marcos temporais e de produção: artigos, áreas de pesquisa e periódicos; (e) analisar de forma comparativa o desenvolvimento da produção científica sobre fotossíntese com a produção global, em termos dos parâmetros de caracterização propostos; (f) contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia de análise da produção científica em áreas específicas, passível de aplicação em diferentes contextos.

## **Metodologia**

Este trabalho utiliza os dados da base ISI-Web of Science (WoS), contemplando as publicações indexadas no período de 1945 a 2012. Essa base foi selecionada tendo em vista os critérios de acessibilidade e cobertura significativa das principais publicações científicas por um período abrangente; e disponibilizar recursos de captura e análise de registros que revelam padrões e tendências sobre produção e disseminação da literatura científica, ferramentas essas indispensáveis para o desenvolvimento da abordagem adotada. E, na escolha do intervalo de tempo pesquisado, foram considerados dois critérios: 1945, ano que marca o final da Segunda Guerra Mundial, quando a pesquisa em todas as áreas recebeu um grande impulso (e ano inicial de cobertura da assinatura firmada pelo Portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES); e, 2012, por ser o ano que antecedeu ao da coleta de dados, realizada em abril de 2013.

Para realização das buscas, obteve-se assessoria de um pesquisador especializado na área de fotossíntese, identificado por intermédio da Plataforma Lattes<sup>13</sup>. Considerando-se o termo principal desta pesquisa, “photosynthesis”, para a coleta de dados foram selecionados

---

<sup>13</sup>Luís Mauro Gonçalves Rosa, doutor em Botânica/Ecofisiologia Vegetal, University of Maryland System, College Park, Maryland, USA, é atualmente professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul nas áreas de Ecofisiologia da Fotossíntese, Ecologia do campo nativo, Respostas das plantas a estresses abióticos e competição.

os seguintes termos correlatos: “photosynthetic assimilation”, “carbon dioxide assimilation” e “carbon assimilation”. A representação destes termos na história da produção científica sobre fotossíntese foi o critério orientador das suas escolhas.

## Resultados e discussão

Para iniciar a composição da trajetória do termo “photosynthesis” nas publicações científicas na base de dados WoS, apresenta-se na Tabela 1 o número de artigos recuperados para esse termo principal e para os termos correlatos anteriormente descritos.

**Tabela 1.** Número de artigos científicos com os termos pesquisados na WoS, de 1945 a 2012, por intervalos de 10 anos (com exceção do último período)

Termos de busca	1945-1954	1955-1964	1965-1974	1975-1984	1985-1994	1995-2004	2005-2012	Total
Photosynthesis	152	400	1.111	2.271	7.509	17.144	18.823	<b>47.410</b>
Photosynthetic Assimilation	1	0	7	6	21	63	66	<b>164</b>
Carbon Dioxide Assimilation	3	5	14	29	62	57	52	<b>222</b>
Carbon Assimilation	4	9	18	64	319	754	804	<b>1.972</b>
<b>Total</b>	160	414	1.150	2.370	7.911	18.018	19745	<b>49.768</b>

Fonte: Dados dos autores

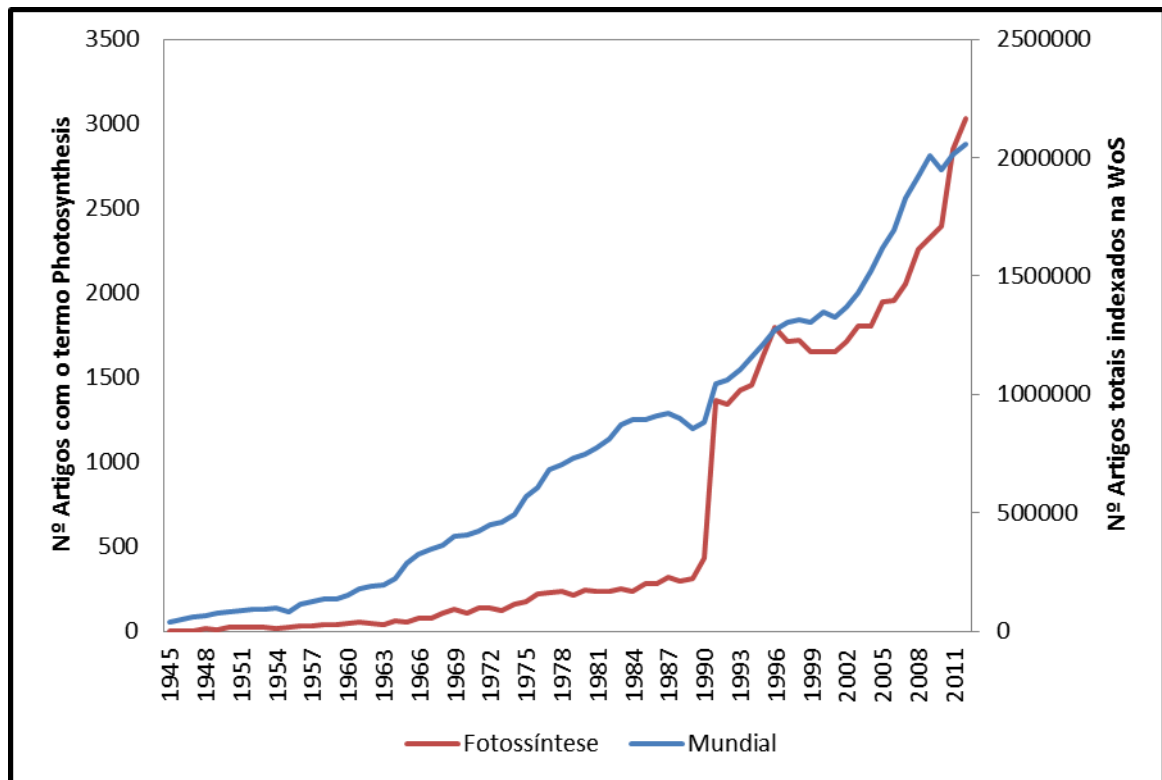
Na Tabela 1, observa-se que o número de artigos científicos com o termo “photosynthesis” encontrados na base de dados WoS aumentou significativamente de 1945/1954 a 2005/2012. Comparando-se o número total de artigos publicados com o termo “photosynthesis” e o número total das publicações com os quatro termos, observa-se que 95,26% do total de publicações no período estudado referem-se a artigos científicos com o termo principal - “photosynthesis”.

Pode-se dizer que em 1945 o termo “photosynthesis” já era um termo predominante em relação aos outros escolhidos. Embora o número absoluto seja baixo, considera-se que o número de publicações científicas nas áreas de fisiologia, ecologia, botânica e outras afins, na época, ainda eram poucas, quando comparadas com os dias de hoje. Dos outros termos escolhidos, o único que mostrou uma trajetória quantitativamente notória foi “carbon assimilation”.

Assim, decidiu estudar com mais detalhes a trajetória unicamente do termo “photosynthesis”.

A Figura 1 apresenta a trajetória do número de artigos com o termo “photosynthesis” no período de 1945 a 2012, em comparação com o número de artigos total indexados na base WoS.

**Figura 1.** Número de artigos com o termo “photosynthesis” e o número total de artigos publicados na WoS, no período de 1945 a 2012



Fonte: Dados dos autores

A análise ao longo do tempo abre a possibilidade de identificar marcos de produção significativos sobre tópicos específicos, caso uma taxa de crescimento especificamente marcante seja observada, quando comparada com o universo total de publicações. No caso do termo “photosynthesis”, esse marco de produção ocorreu em 1990/1991 de forma claramente notável. Destaca-se que, em apenas um ano (1990/1991), a literatura com o termo “photosynthesis” triplicou, aumento esse de proporção única no período estudado e não observada no número de artigos totais indexados.

Analisando os dados da Figura 1, pode-se examinar o que aconteceu na produção científica sobre fotossíntese que ocasionou um aumento tão marcante de 1990 a 1991. Pode-se considerar o contexto da produção científica sobre fotossíntese que, a partir de meados da década de 1980, sofreu um “boom” na instrumentação para a pesquisa na área, com especial interesse nas relações entre os fenômenos fisiológicos e os fatores ambientais. A pesquisa em

fotossíntese sai do laboratório e passa para o campo, gerando uma diminuição do custo de equipamentos e “popularizando” a pesquisa, incidindo no aumento marcante de publicações científicas, ao final dos anos 80 e início dos 90 (França; Garcia, 2008).

Por outro lado, pode-se considerar o desenvolvimento tecnológico do contexto da informática, em especial o da comunicação por redes de computadores. A fim de obter-se um meio mais rápido e barato de comunicação entre universidades e instituições de pesquisa, criou-se a rede BITNET (*Because It's Time to NETWORK*), em 1981 (Carvalho, 2006). Foi esta rede a principal fonte de troca de informações até 1990/1991. A partir desta data, iniciou-se a utilização do protocolo TCP/IP, a espinha dorsal da Internet que, por sua maior abrangência nas conexões mundiais, suplantou a BITNET. Ou seja, a partir de 1991, a tecnologia da Internet intensificou a troca de informações e a recuperação de dados, passando a ser generalizada e atingindo espaços para além do mundo acadêmico. Também, é neste período que surgem as primeiras versões digitais de algumas revistas científicas; todavia, sendo essa a razão, o pico observado não seria restrito à produção na área de fotossíntese, mas tenderia a ser igualmente visível na análise da produção mundial.

Ademais, no contexto diretamente relacionado com a produção científica na área de fotossíntese, pode-se considerar relevante tanto a gênese e a consolidação dos paradigmas de preservação da vida no planeta, quanto àqueles relacionados à valorização da saúde humana como as diretrizes e funções da Organização Mundial da Saúde (OMS), desde sua Assembleia de fundação, em 1946. Com base nas funções da OMS difundidas por seu atual documento básico, atualizado na 45ª edição da sua Assembleia em 2006, considera-se que três delas podem incidir no aumento da produção científica geral e, em menor proporção, na sobre fotossíntese: a) promover a cooperação entre grupos de cientistas e outros profissionais que contribuem para o avanço da saúde; b) promover a melhoria da nutrição, habitação, saneamento, lazer, condições econômicas ou de trabalho e outros aspectos da higiene ambiental, em cooperação com outras organizações especializadas quando necessário; c) promover melhores padrões de ensino e treinamento em saúde, medicina e outras profissões afins (WHO, 2006).

Depois deste pico de crescimento observado na literatura, o aumento continua ocorrendo de modo progressivo, menos intenso do que o observado em 1990/1991, mas mais intenso do que o observado em 1945/1990. Esse fenômeno pode ser interpretado como um exemplo da dinâmica da produção científica; nas diferentes áreas observam-se períodos de significativa expansão até o momento de estabilização, denominado por Larivière, Archambault e Gingras (2007) como a dinâmica de estado estacionário da ciência moderna.



**Tabela 2.** Diferença média anual do número de artigos científicos com o termo “photosynthesis” e artigos gerais na WoS.

Período	Diferença média	
	Fotossíntese	Geral
1945-1990	10	18.660
1990-1991	928	164.675
1991-2012	79	48.270

Fonte: Dados dos autores

Os dados da Tabela 2 mostram que, analisando-se a variação absoluta do número de artigos por ano, entre 1945/2012, o período específico 1990/1991 apresenta um aumento absoluto muito superior tanto no número de publicações contendo o termo “photosynthesis” como no número de publicações “Geral”. E confirma o observado na Figura 1: depois de 1991 o aumento anual (1992/2012) é superior ao observado antes de 1990 (1945/1989).

Para tentar identificar alguns fatores que pudessem estar relacionados com este aumento destacado no número de artigos em 1990/1991, investigamos dois aspectos da produção científica: a) o número de áreas; e, b) o número de periódicos que publicaram os artigos quantificados. Os dados coletados desta abordagem metodológica são apresentados nas tabelas 3, 4 e 5.

**Tabela 3.** Número de áreas de pesquisa<sup>14</sup> que publicaram artigos com o termo “photosynthesis”, especificando as áreas que contribuíram com mais de 1% das publicações na WoS, em 1945, 1990, 1991 e 2012

Anos	Áreas de Pesquisa	N. Artigos	% Artigos
1945	Biochemistry Molecular Biology	1	33,33
	Plant Sciences <b>3</b>	1	33,33
	Science Technology Other Topics	1	33,33
1990	Plant Sciences	242	49,69
	Agriculture <b>36</b>	85	17,45
	Environmental Sciences Ecology	51	10,47
	Marine Freshwater Biology	49	10,06
	32 áreas (abaixo de 10% cada uma)	196	40,24
1991	Plant Sciences	643	42,50
	Environmental Sciences Ecology	213	14,08
	Agriculture <b>62</b>	198	13,09
	Biochemistry Molecular Biology	156	10,31
	58 áreas (abaixo de 10% cada uma)	303	20,03

<sup>14</sup> Áreas de pesquisa definidas pela classificação dos periódicos atribuída na WoS

Anos	Áreas de Pesquisa	N. Artigos	% Artigos
2012	Plant Sciences	992	28,48
	Environmental Sciences Ecology <b>81</b>	592	17,00
	Agriculture	519	14,90
	78 áreas (abaixo de 10% cada uma)	1.380	39,62

Fonte: Dados dos autores

A Tabela 3 mostra a diversificação das áreas de pesquisa que passaram a tratar da fotossíntese ao longo do período estudado. Em 1945, eram três as áreas dos periódicos que publicaram artigos sobre o tema, passando para 36 em 1990, para 62 em 1991, até atingir 81 áreas em 2012. Isto mostra que o crescimento do número de áreas onde se publicava com o termo “photosynthesis” é significativo e constante, com um aumento relativo mais marcante em 1990/1991. A *Plant Sciences* é a área que contém o maior número de artigos.

**Tabela 4.** Número de artigos com o termo “photosynthesis”, especificando os periódicos que contribuíram com mais de 1% das publicações na WoS, em 1945, 1990, 1991 e 2012

Anos	Periódicos	Nº Artigos	% Artigos
1945	Archives of Biochemistry	1	33,33
	Plant Physiology <b>3</b>	1	33,33
	PNAS	1	33,33
1990	Plant Physiology	30	6,16
	Photosynthetica	26	5,34
	Plant Cell and Environment	16	3,29
	Photosynthesis Research	15	3,08
	Soviet Plant Physiology <b>186</b>	15	3,08
	Journal of Experimental Botany	14	2,88
	Japanese Journal of Crop Science	12	2,46
	Journal of Phycology	11	2,26
	Biochimica et Biophysica Acta	10	2,05
	177 periódicos (abaixo de 2% cada um)	338	69,38
1991	Plant Physiology	85	5,62
	Biochimica et Biophysica Acta	47	3,11
	Plant Cell and Environment	44	2,91
	Planta <b>366</b>	38	2,51
	Photosynthesis Research	35	2,31
	Physiologia Plantarum	34	2,25
	Photosynthetica	33	2,18
	359 periódicos (abaixo de 2% cada um)	1197	79,11
2012	PlosOne	96	2,76
	Biochimica et Biophysica Acta Bioenergetics	82	2,35
	Acta Horticulturae	60	1,72

Journal of Experimental Botany	54	1,55
Environmental and Experimental Botany	51	1,46
PNAS	51	1,46
Photosynthetica	50	1,44
Photosynthesis Research	<b>968</b>	1,24
Plant Cell and Environment	41	1,18
Plant Physiology and Biochemistry	40	1,15
Acta Physiologia e Plantarum	38	1,09
Plant Physiology	37	1,06
New Phytologist	36	1,03
Advanced Materials Research	35	1,01
954 periódicos (abaixo de 1% cada)	2769	79,5

Fonte: Dados dos autores

Como ocorre com outras áreas de pesquisa, a expansão da literatura sobre fotossíntese também é observada quando o número de títulos de periódicos que passaram a publicar artigos sobre o tema é analisado. De três em 1945, subiu para 186 em 1990, para 366 em 1991, atingindo o número de 968 em 2012. Esta abordagem metodológica também identifica o ano 1990/1991 com o aumento relativo mais significativo. Em relação aos periódicos com maior número de artigos com o termo “photosynthesis”, nota-se que a “Plant Physiology” predomina, especialmente até 1991. Importante, em 2012 é claro o predomínio de periódicos com títulos abrangendo temáticas mais amplas, em detrimento de periódicos com títulos relacionados com “plantas”, que predominavam até 1991.

**Tabela 5.** Comparação entre a contribuição (%) da produção científica com o termo “photosynthesis” e a taxa de crescimento da produção geral na WoS, em 1945, 1990, 1991 e 2012

Aspecto da produção	Abrangência	1945	%	1990	%	1991	%	2012	%
Artigos	Fotossíntese	3	0,01	487	0,05	1.513	0,14	3.483	0,17
	Geral	40.999		880.683		1.045.357		2.042.219	
Áreas de Pesquisa	Fotossíntese	3	3,70	35	23,18	62	41,06	81	53,64
	Geral	81		151		151		151	
Periódicos	Fotossíntese	3	0,91	187	2,717	366	3,41	968	6,53
	Geral	329		6907		10.744		14.828	

Fonte: Dados dos autores

A Tabela 5 mostra que a contribuição (%) do número de artigos, de áreas de pesquisa e de periódicos que contém o termo “photosynthesis” cresce de 1945/1990, de 1990/1991 e de 1991/2012.

## Conclusão

A trajetória do termo “photosynthesis” foi avaliada pela base de dados do ISI-Web of Science, ao longo dos 67 anos pesquisados. Ainda que sem uma análise sobre definições ou conceitos científicos de fotossíntese difundidos neste período, pode-se relacionar a trajetória desse termo com a evolução do conceito científico sobre o fenômeno fotossintético, indispensável à geração e manutenção da vida como a conhecemos.

Essa relação, em parte, pode ser explicada com a própria história da palavra, e conceito, “photosynthesis” (fotossíntese), que foi cunhada em 1893 por Charles Barbes, tornando-se denominação internacional em 1898. Também, e afinado a isso, considera-se relevante o pressuposto de que as palavras ou termos expressam suas histórias de vida, desde os tempos da sua criação, dos espaços de sua difusão e dos sujeitos interlocutores da linguagem, situados em espaços e tempos diversos. Mesmo assim, nem sempre a linguagem científica anda no mesmo tempo que outras, como, por exemplo, a linguagem dos livros didáticos de ciências naturais. Esta, por vezes, demonstra modificar-se apenas por alterações na grafia dos termos, que, neste caso, são denominados conteúdos escolares. A evolução dos conceitos científicos relacionados parece não ser contemplada neste tipo de livro (Bandeira; Jordão, 2011).

No caso do termo “photosynthesis”, nos 67 anos analisados de produção científica sobre o fenômeno da fotossíntese, com aumento significativo do número de artigos publicados com esse termo do início ao fim do período estudado, não se identificou nenhuma alteração de grafia, nem substituição por outro, o que pode se observar nos termos dos livros escolares, incluindo fotossíntese (Junqueira et al., 2012). Mas, ainda assim, será que o aumento do número de publicações científicas significa um melhor desenvolvimento, discussão e atualização de conceitos científicos? Este aumento é significativo no sentido do aprimoramento do próprio conceito? Se sim, este aprimoramento poderá formar parte dos livros didáticos de ciências? Perguntas que, ao serem respondidas, poderão contribuir para uma maior articulação entre o mundo da ciência e o mundo da educação, em especial no da produção de materiais didáticos como os livros escolares (Kawasaki; Bizzo, 2000; Almeida, 2005).

Entende-se que a abordagem metodológica aplicada nesta pesquisa pode contribuir na formulação e realização de outros estudos relacionados com o que se denomina *saber científico* e *saber ensinado*, incluindo, aqui, o estudo sobre outros termos que não “photosynthesis”. Assim sendo, concebe-se que o estudo ora apresentado pode ser uma

contribuição para o desenvolvimento de uma metodologia de análise da produção científica em áreas específicas, passível de aplicação em diferentes contextos.

## Referências

ALMEIDA, Rosiléia de. Noção de fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. *Candombá: Revista Virtual*, Salvador, v. 1, n. 1, p. 16-32, jan./jun. 2005.

ALTMANN, Eduardo *et al.* Niche as a determinant of word fate in online groups. *PLoS ONE*, San Francisco, v. 6, n. 5, e19009, May 2011.

BANDEIRA, Camila; JORDÃO, Rosana. A fotossíntese: estudo das concepções alternativas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas; CONGRESO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 1., 2011, Campinas. *Atas*. [S.l.]: ABRAPEC, 2011.

BASSHAN, James; CALVIN, Melvin. *The path of carbon in photosynthesis*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1957. 104 p.

CARVALHO, Marcelo de. *A trajetória da Internet no Brasil: do surgimento das redes de computadores à instituição dos mecanismos de governança*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. 239 p.

CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 564-565, set./dez. 2004.

CHOPPIN, Alain. *Les manuels scolaires: histoire et actualité*. Paris: Hachette, 1992. 223 p.

CUNHA, Antonio da. *Dicionário etimológico da língua portuguesa*. 4. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Lexikon, 2012. 712 p.

FRANÇA, Marcel; GARCIA, Queila. Avanço na fisiologia vegetal. In: IVANISSEVICH, Alicia; VIDEIRA, Antinio (Orgs). *Fatos que mudaram nossa forma de ver a natureza*. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2008. V. 1, p. 111-115.

FULLER, R. Clinton. Forty years of microbial photosynthesis research: Where it came from and what it led to. *Photosynthesis Research*, Dordrecht, v. 62, n. 1, p. 3–29, Oct. 1999.

GEST, Howard. History of the word *photosynthesis* and evolution of its definition. *Photosynthesis Research*, Dordrecht, v. 73, n. 1/3, p. 7–10, 2002.

GOVINDJEE. On the requirement of minimum number of four versus eight quanta of light for the evolution of one molecule of oxygen in photosynthesis: A historical note. *Photosynthesis Research*, Dordrecht, v. 59, n. 2/3, p. 249–254, 1999.

GOVINDJEE; GEST, Howard. Editorial: Celebrating the millennium: historical highlights of photosynthesis research, Part 1. *Photosynthesis Research*, Dordrecht, v. 73, n. 1/3, p. 1–6, 2002.

GOVINDJEE; ALLEN, John; BEATTY, J. Thomas. Editorial: Celebrating the millennium: historical highlights of photosynthesis research, Part 3. *Photosynthesis Research*, Dordrecht, v. 80, n. 1/3, p. 1–13, 2004.

GOVINDJEE; KROGMANN, David. Discoveries in oxygenic photosynthesis (1727–2003): a perspective. *Photosynthesis Research*, Dordrecht, v. 80, n. 1/3, p. 15–57, 2004.

GOVINDJEE. *Scaling from the Past to the Future: Photosynthesis in a Historical Context*. Urbana: University of Illinois, 2010, 46 slides.

HOBBSAWN, Eric. *Historia del siglo XX: 1914-1991*. Barcelona: Critica, 1995. 614p.

HUZISIGE, Hiroshi; KE, Bacon. Dynamics of the history of photosynthesis research. *Photosynthesis Research*, Dordrecht, v. 38, n. 2, p. 185-209, Nov. 1993.

JUNQUEIRA, Heloisa; FINIMUNDI, Marcia; RICO, Eduardo; SOUZA, Diogo Onofre. A fotossíntese em livros escolares espanhóis de ciências naturais: um percurso de noventa anos (1900-1990). *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v.8, n.14, p. 1708-1731, 2012.

KAWASAKI, Clarice; BIZZO, Nélio. Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências? *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 12, nov. 2000.

KROGMANN, David. The golden age of biochemical research in photosynthesis. *Photosynthesis Research*, Dordrecht, v. 63, n. 2, p. 109–121, 2000.

LARIVIERE, Vincent; ARCHAMBAULT, Éric; GINGRAS, Yves. *Long-term patterns in the aging of the scientific literature, 1900–2004*. 2007. Trabalho apresentado no 11th International Conference on Scientometrics and Informetrics, Madrid, 2007.

MEADOWS, Jack. *A comunicação científica*. Brasília: Briquet de Lemos, 1999. 268p.

OLSON, John. Photosynthesis in the Archean Era. *Photosynthesis Research*, Dordrecht, v. 88, n. 2, p. 109-117, May 2006.

VIÑAO, Antonio. Historia de las disciplinas, profesionalización docente y formación de profesores: el caso español. *Pro-Posições*, Campinas, v. 23, n. 3, p. 103-118, dez., 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Basic Documents*. 45. ed. Geneva; WHO Press, 2006. Suppl.

### 3 DISCUSSÃO GERAL

Nos 50 livros escolares estudados, foram observadas diferenças no número de exemplares editados, por década e por ano de edição em cada década. Ainda que sem um estudo mais aprofundado sobre os porquês dessa variação quantitativa, pode-se relacioná-las com os períodos específicos da história espanhola, marcada por duas guerras mundiais, uma guerra civil (1936-39) e uma longa ditadura (1939-74). Este contexto externo à produção dos livros escolares, aliado ao gradativo aperfeiçoamento das técnicas de impressão, acabou por incidir nas regulamentações dos currículos escolares e seus materiais didáticos, o que pode ter contribuído ao aumento do número de manuais editado a partir de 1970, ano de promulgação da *Ley General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa* (LGE), em 04/08/1970.

Considerou-se assim que os livros escolares investigados também sofreram os efeitos das circunstâncias históricas específicas do contexto espanhol, tanto na sua distribuição quantitativa ao longo dos 90 anos estudados, quanto nos conteúdos escolares difundidos pela Editora Bruño. Da segunda década (1920-29), por exemplo, apenas um livro foi amostrado; e, das duas últimas décadas, obteve-se o maior número de exemplares: 19 livros na década de 70, com destaque para 1973 (5) e 1977 (8); e 11, na de 80, com quatro livros em 1988.

Como o manual escolar é um suporte amplamente significativo nos processos de ensino-aprendizagem escolares, depositário de conhecimentos e técnicas que se relacionam com a perpetuação dos valores que uma sociedade pretende transmitir às jovens gerações, enfatiza-se a força da legislação educativa e dos programas curriculares oficiais na conformação estrita dos livros escolares. Estes são, em parte, um tipo de espelho no qual se reflete a imagem que a sociedade quer dar dela mesma, portanto, um reflexo incompleto, desfocado, frequentemente idealizado. Assim, através do percurso de 90 anos da palavra fotossíntese em livros didáticos, uma aproximação desta noção de livro escolar foi identificada na medida em que o fenômeno fotossintético, como conteúdo escolar do ensino de ciências expressou uma significativa incompletude nos seus significados. As principais alterações da “fotossíntese no livro”, ao longo do tempo estudado, ocorreram nas suas grafias, não nos seus significados, se comparados à história do termo fotossíntese e a evolução da sua definição.

Vale ressaltar, que a trajetória do termo e a evolução do conceito científico estão mutuamente implicadas e condicionadas por diferentes contextos de produção científica sobre fotossíntese. Gest (2002) fortalece esta mútua implicação referindo-se ao cientista Antoine Lavoisier que, além de ter revolucionado a química no século XVIII, ao substituir o termo flogisto pelo termo (e conceito) oxigênio, sabia da importância das definições precisas. Conforme o próprio Lavoisier, “nós não podemos melhorar a linguagem de qualquer ciência sem ao mesmo tempo melhorar a ciência em si; nem podemos, por outro lado, melhorar uma ciência sem melhorar a linguagem ou a nomenclatura” (Lavoisier<sup>15</sup> *apud* Gest, 2002).

Analisando o percurso da palavra fotossíntese nos livros escolares espanhóis de ciências naturais, evidenciou-se que seu trajeto foi acompanhado por outras palavras, diferentes em suas grafias, mas não necessariamente em seus significados no tempo. Este trajeto configurou-se como não linear, nem progressivo e as sinuosidades identificadas relacionaram-se com as variadas entradas e saídas de palavras que expressavam as determinações oriundas dos contextos de produção de livros escolares. Estes contextos, por sua vez, relacionam-se fortemente com a história da escolarização espanhola e, em especial, com a história dos manuais escolares.

Souza e Almeida (2002) validam esse argumento apresentando um conjunto de estudos que apontam dificuldades no ensino da noção de fotossíntese, devido a presença em crianças e adultos, incluindo professores, de concepções diferenciadas daquelas aceitas na atualidade pela comunidade científica. Destacam-se aqueles que analisam o como e o porquê da utilização da água, do ar e da luz do sol na produção de alimento (ALMEIDA, 2005).

A trajetória do termo “photosynthesis” nas publicações científicas encontradas na base de dados do ISI-Web of Science (WoS), de 1945 a 2012, foi gerada pelos movimentos que compuseram a linha percorrida pelo termo, ao longo dos 67 anos pesquisados. Os significados atribuídos ao termo, que o definem como conceito científico, produto das pesquisas científicas sobre o fenômeno fotossintético, não foram analisados, apenas considerados como referentes históricos.

A análise ao longo do tempo conferiu possibilidades à identificação de marcos de produção significativos sobre tópicos específicos, caso uma taxa de crescimento especificamente marcante seja observada, quando comparada com o universo total de publicações. No caso do termo “photosynthesis”, esse marco de produção ocorreu em 1990/1991 de forma claramente notável. Ficou demonstrado que, em apenas um ano

---

<sup>15</sup> LAVOISIER, A. *Elements of Chemistry*. Edinburgh: Creech, 1790.



(1990/1991), a literatura com o termo “photosynthesis” triplicou, aumento esse de proporção única no período estudado e não observada no número de artigos totais indexados.

Depois deste pico de crescimento observado na literatura, o aumento continua ocorrendo de modo progressivo, menos intenso do que o observado em 1990/1991, mas mais intenso do que o observado em 1945/1990. Esse fenômeno pode ser interpretado como um exemplo da dinâmica da produção científica; nas diferentes áreas observam-se períodos de significativa expansão até o momento de estabilização, denominado por Larivière, Archambault e Gingras (2007) como a dinâmica de estado estacionário da ciência moderna.

## 4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que o percurso da palavra *fotosíntese no livro escolar* não foi linear nem progressivo. Configurou-se com sinuosidades expressas, ao seu tempo, por variadas entradas e saídas de palavras, diferentes em grafias, não necessariamente em significados. No caso do termo “photosynthesis”, nos 67 anos analisados de produção científica sobre o fenômeno da fotossíntese, com aumento significativo do número de artigos publicados com esse termo do início ao fim do período estudado, não se identificou nenhuma alteração de grafia, nem substituição por outro, o que pode se observar nos termos dos livros escolares, incluindo fotossíntese.

A trajetória do termo “photosynthesis” avaliada através da literatura científica na base de dados do ISI-Web of Science, ainda que sem uma análise sobre definições ou conceitos científicos de fotossíntese difundidos neste período, permitiu estabelecer relações com a própria história da palavra fotossíntese, bem como com a evolução do conceito científico sobre este fenômeno indispensável à geração e permanência da vida que conhecemos.

Também, foi possível reforçar o pressuposto de que as palavras ou termos expressam suas histórias de vida, desde os tempos da sua criação, dos espaços de sua difusão e dos sujeitos interlocutores da linguagem, situados em espaços e tempos diversos. Mesmo assim, nem sempre a linguagem científica anda no mesmo tempo que outras, como, por exemplo, a linguagem dos livros escolares de ciências naturais. Esta tem demonstrado uma ausência de atualização significativa em relação à linguagem científica, apresentando mudanças mais significativas na grafia dos termos, do que nos seus significados que, em se tratando de escola, são denominados conteúdos escolares. A evolução dos conceitos científicos relacionados parece não ser contemplada neste tipo de livro (Bandeira; Jordão, 2011).

Assim sendo, este estudo pode oferecer uma ampla visão a respeito do perfil deste tema e suas modificações ao longo do tempo, bem como o aperfeiçoamento, substituição e acréscimos das palavras impressas em livros escolares de ciências naturais, estabelecendo-se relações com o ensino da fotossíntese nas escolas.

Entende-se que a abordagem metodológica aplicada nesta pesquisa pode contribuir na formulação e realização de outros estudos relacionados com o que se denomina *saber científico* e *saber ensinado*, incluindo, aqui, o estudo sobre outros termos que não “photosynthesis”. Assim sendo, este estudo pode oferecer uma ampla visão a respeito do

perfil deste tema e suas modificações ao longo do tempo, bem como o aperfeiçoamento, substituição e acréscimos das palavras impressas em livros escolares de ciências, além de poder contribuir no desenvolvimento de uma metodologia de análise da produção científica em áreas específicas, passível de aplicação em diferentes contextos.

## 5 PERSPECTIVAS

Mas, ainda assim, será que o aumento do número de publicações científicas significa um melhor desenvolvimento, discussão e atualização de conceitos científicos? Este aumento é significativo no sentido do aprimoramento do próprio conceito? Se sim, este aprimoramento poderá formar parte dos livros didáticos de ciências? Perguntas que, ao serem respondidas, poderão contribuir para uma maior articulação entre o mundo da ciência e o mundo da educação, em especial no da produção de materiais didáticos como os livros escolares (Kawasaki; Bizzo, 2000; Almeida, 2005).

## 6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. O. de. Noção de fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. *Candombá - Revista Virtual*, v. 1, n. 1, p. 16 – 32, jan – jun 2005.

BANDEIRA, C. M. da S.; JORDÃO, R. dos S. A fotossíntese: estudo das concepções alternativas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas; CONGRESO IBERO AMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 1., 2011, Campinas. *Atas*. [S.l.]: ABRAPEC, 2011.

CARVALHO, M. *A Trajetória da Internet no Brasil: do Surgimento das Redes de Computadores à Instituição dos Mecanismos de Governança*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação) – Coppe, UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. *Educação e Pesquisa - Revista da Faculdade de Educação da USP*. São Paulo, Universidade de São Paulo, v. 30, n. 3, set./dez. 2004, p. 564-565.

CHOPPIN, A. O historiador e o livro escolar. FAE/UFPel: *História da Educação*, n.11. p.1-28, 2002.

CHOPPIN, A. *Les manuels scolaires: histoire et actualité*. [Os Manuais Escolares: História e Atualidade] Paris: Hachette, 1992.

CUNHA, A. G. da (2012) *Dicionário etimológico da língua portuguesa*. 4. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Lexikon, 2012, p.643.

GEST, H. History of the word *photosynthesis* and evolution of its definition. *Photosynthesis Research*, Dordrecht, v. 73, n. 1/3, p. 7–10, 2002.

HOBBSAWN, E. *Historia del siglo XX: 1914-1991*. Barcelona: Critica, 1995.

JANEIRA, Ana Luísa. *Sujeito, objeto e espaços epistêmicos num contexto de inovação tradição–globalização: antologia propedêutica II*, Seminário PPG Psicologia Social, Instituto de Psicologia, UFRGS, Porto Alegre, 2001 (mimeo).

JUNQUEIRA, H.; FINIMUNDI, M.; RICO, E. P.; SOUZA, D. O. A fotossíntese em livros escolares espanhóis de ciências naturais: um percurso de noventa anos (1900-1990). *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v.8, n.14, p. 1708-1731, 2012.

KAWASAKI, C. S.; BIZZO, N. Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências? *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 12, nov. 2000.

LARIVIERE, V.; ARCHAMBAULT, E.; GINGRAS, Y. *Long-term patterns in the aging of the scientific literature, 1900–2004*. 2007. Trabalho apresentado no 11th International Conference on Scientometrics and Informetrics, Madrid, 2007.

LAVOISIER, A. *Elements of Chemistry*. Edinburgh: Creech, 1790.

MEADOWS, A. J. *A comunicação científica*. Brasília: Briquet de Lemos, 1999.

WHITROW, G. J. *O Tempo na História – concepções de tempo da pré-história aos nossos dias*, 1993.