

Gráficos cartesianos nos livros didáticos de Química do PNLD 2012

Cartesian Graphs on Chemistry didactic books of a Federal Government Program 2012

José Everaldo Pereira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
everaldo.pereira@ifrn.edu.br

Isauro Beltrán Núñez

Universidade Federal do Rio Grande do
Norte
isaurobeltran@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo identificar e caracterizar os tipos de gráficos cartesianos em livros didáticos de Química. Entende-se que esse conhecimento permite planejar o ensino de Química de uma forma mais adequada. Decidiu-se por analisar os livros didáticos de Química propostos pelo Ministério da Educação (MEC) no PNLD 2012 em função do alcance que essa ferramenta didática tem nas escolas desse nível da Educação Básica. Como metodologia, buscou-se identificar em cada volume das coleções os gráficos cartesianos presentes nos textos e exercícios, categorizando sua tipologia e a frequência com que apareciam. Dentre estes, verificamos que os conteúdos da Química do ensino médio que mais se utilizam de gráficos cartesianos nos livros analisados são a Termoquímica, as Propriedades Coligativas e as Soluções, distribuídos em quatro tipos de gráficos: linha, ponto, coluna e barra.

Palavras chave: ensino de Química, gráficos cartesianos, livros didáticos

Abstract

This essay has aimed to identify and characterize the types of Cartesian Graphs on Chemistry didactic books. It has been understood that such knowledge allows planning the Chemistry teaching in a more appropriated way. We have decided to analyze the Chemistry didactic books proposed by Brazilian Education Ministry for *PNLD 2012* – abbreviation for *Programa Nacional do Livro Didático*, which could be translated as National Program of Didactic Book – due to their huge presence and relevance in secondary schools. Methodologically, the study has sought to identify the Cartesian Graphs displayed on the texts and exercises of each volume of the books by categorizing their typology and frequency. Among them, it has been verified that the Chemistry contents which most use the Cartesian Graphs on the analyzed books are Thermodynamics, Colligative Properties and Solutions. They are disposed into for types of graphs: lines, dots, columns and bars.

Key words: Chemistry teaching, Cartesian Graphs, didactic books

Introdução

O modelo de sociedade contemporânea, nominada da informação e do conhecimento, exige da educação e, por conseguinte, dos cidadãos, demandas, relacionadas ao desenvolvimento da capacidade de aprender ao longo da vida, diferentes daquelas exigidas em grande parte do século XX. Nesse cenário, o problema não tem sido a quantidade de informação que as pessoas recebem, mas a qualidade desta e do uso que fazem dela, especificamente na capacidade para entendê-la, processá-la, selecioná-la, organizá-la e transformá-la em conhecimento. É relevante, desse modo, saber utilizar a informação nas mais distintas situações e contextos em virtude dos valores e intenções dos projetos pessoais e da sociedade (PÉREZ GÓMEZ, 2007).

Delimitando essa perspectiva para o âmbito das ciências naturais, nota-se que as representações semióticas, como gráficos, diagramas, equações, ilustrações ou enunciados, são necessárias e utilizadas para construir e comunicar os conceitos desse ramo das ciências e de outras áreas. Por isso, a aprendizagem de conceitos científicos pressupõe a aprendizagem dessas representações e de seus processos de formação, transformação e interpretação.

No ensino das ciências, os gráficos auxiliam na visualização de conceitos e relações abstratas, difíceis de ser compreendidos em outros tipos de representações (GARCÍA; PALÁCIOS, 2007). As representações gráficas são utilizadas como eixo de ligação entre os dados experimentais e as formalizações científicas. Seu uso para determinar as relações entre as variáveis que intervêm nos fenômenos permite materializá-los em modelos.

As formas de representação são imprescindíveis na construção de significados e sentidos, posto que, utilizando-se as representações gráficas como base de uma ideia ou conceito, é possível interpretar a realidade por meios e formas de expressão distinta. O próprio pensamento pode tornar-se mais explícito e consciente em função das características gráficas que reduzem a sua complexidade e a abstração, contribuindo para o alcance da essência da ideia que se deseja transmitir, simplificando, dessa forma, sua comunicação e compreensão. Nesse sentido, os gráficos são uma ferramenta efetiva da comunicação científica, objetivo da educação e, conseqüentemente, primordial no processo de ensino-aprendizagem da Química.

Diante das exigências desse novo século, entende-se ser fundamental ao professor de Química contribuir com o desenvolvimento das habilidades cognitivas dos alunos, favorecendo um ensino mais produtivo. Sendo assim, o conjunto de habilidades associadas à interpretação de gráficos cartesianos, os hábitos que estão relacionados a elas e os conhecimentos que fundamentam teoricamente essas habilidades devem ser objeto de estudo e formação dos docentes das ciências naturais.

Estudos importantes (BELL; JANVIER, 1981; LEINHARDT; ZALAVSKY; STEIN, 1990; PRO BUENO, 2003; GARCÍA; PALÁCIOS, 2007; DOLORES, 2008; POSTIGO; POZO, 2000; PEREIRA, UEHARA, NÚÑEZ, 2009) apontam que é significativo o papel da interpretação de gráficos cartesianos no processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Química, das demais disciplinas escolares e para a formação geral do sujeito. Com base nessas discussões e na constatação empírica, em sala de aula, acerca dos diferentes níveis de dificuldades que os alunos apresentam na habilidade de interpretar gráficos cartesianos, bem como, considerando a importância de se conhecer os tipos de gráficos cartesianos para se pensar em estratégias para sua interpretação e compreensão no processo de ensino e aprendizagem no ensino médio, propôs-se como objetivo geral deste trabalho: *identificar e caracterizar os tipos de gráficos cartesianos nos livros didáticos indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD, para o triênio 2012 – 2015, para o ensino da Química no ensino médio.*

Decidiu-se por analisar os livros didáticos de Química propostos pelo Ministério da Educação (MEC) no PNLD (BRASIL, 2011) para o triênio 2012-2015, uma vez que estes foram previamente analisados e avaliados por esse órgão governamental como adequados para ser utilizados nas escolas públicas de ensino médio de todo o país, devido à abrangência que essa ferramenta didática possui nas escolas desse nível da Educação Básica.

Metodologia

Cada uma das coleções dos livros do PNLD de Química foi analisada de acordo com os seguintes procedimentos:

- Atribuiu-se um código para cada coleção;
- Identificaram-se em cada volume, de cada coleção, os gráficos cartesianos presentes nos textos e exercícios;
- Colocou-se cada gráfico identificado em uma base de dados;
- Identificou-se a tipologia dos gráficos cartesianos e a frequência com que apareciam nas coleções;
- A partir dos dados identificados, organizaram-se três tabelas: relação de grandezas, conteúdos químicos envolvidos e tipos de gráficos;

Foram analisadas as cinco coleções indicadas pelo MEC, contendo cada uma delas três volumes – um para cada série do ensino médio – contemplando um total de quinze volumes. Os livros analisados estão apresentados no Quadro 1:

Identificador	Título	Autor(es)	Edição/Ano	Editadora
LD1	Química na abordagem do cotidiano	Eduardo Leite do Canto Francisco Miragaia Peruzzo	4ª ed./2010	Moderna
LD2	Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia	Martha Reis	1ª ed./2010	FTD
LD3	Química	Andréa Horta Machado Eduardo Fleury Mortimer	1ª ed./2011	Scipione
LD4	Química para a nova geração – Química cidadã	Gerson de Souza Mól e Wildson Luiz P. dos Santos (coords.)	1ª ed./2010	Nova Geração
LD5	Ser protagonista – Química	Julio Cesar Foschini Lisboa	1ª ed./2010	SM

Quadro 1 – Livros didáticos de Química – PNLD 2012

Para facilitar a análise e a citação dos livros analisados no corpo deste artigo, atribuíram-se para as coleções os códigos: LD1, LD2, LD3, LD4 e LD5, como apresentados no Quadro 1.

A análise desses volumes foi realizada página a página, observando-se quais os tipos de gráficos eram utilizados no contexto da disciplina e quais as grandezas envolvidas nesses gráficos. Ao longo da análise, anotava-se o tipo de gráfico, as grandezas envolvidas e a página em que ele se encontrava. No momento em que se encontrava numa mesma página mais de um gráfico do mesmo tipo e/ou grandezas, todos eram contabilizados nas anotações.

Optou-se por considerar tanto os gráficos utilizados durante o desenvolvimento dos conteúdos como aqueles que faziam parte das atividades propostas aos alunos, uma vez que, nos dois casos, os alunos terão acesso a essas representações e poderão analisar e interpretar os dados apresentados. Não foram considerados os gráficos que, em alguns volumes, aparecem no material do professor, uma vez que não se tem a garantia que os estudantes os interpretarão,

Livros do PNLD de Química: tipos de gráficos cartesianos

Posteriormente à análise detalhada de cada volume das coleções do PNLD, organizou-se a Tabela 1, que apresenta as grandezas envolvidas nos gráficos identificados nesses livros e o número de vezes em que cada um deles aparece nos volumes analisados. A tabela foi organizada agrupando cada uma das coleções com seu identificador e com seus três volumes. Para a análise, estruturou-se a tabela de modo que, em cada linha, fossem pontuadas as grandezas que se relacionam nos gráficos cartesianos identificados e o resumo quantitativo do número de incidências em cada volume. A última coluna indica o número total de gráficos cartesianos por cada uma das relações de grandezas, e as duas últimas linhas apresenta o quantitativo de gráficos cartesianos que aparecem em cada volume e em cada coleção, respectivamente. Ao todo, foram identificadas 125 relações diferentes, das quais são apresentadas, na Tabela 1, as oito com maior incidência.

Ordem	Grandezas envolvidas (conteúdo)	Coleções / Volumes															Total
		LD1			LD2			LD3			LD4			LD5			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	temperatura x tempo	3		1	10	4		7	7	1	31	4		37		1	106
2	pressão x temperatura	3	36			16		1	12		2	13		1	13		97
3	concentração x tempo	1	18	1	1	11			9	1		11			23	12	88
4	energia x caminho da reação		20			17			7			11			23	2	80
5	solubilidade x temperatura		7			2		4				1		2	10		26
6	pressão x volume	3				9					4			1			17
7	volume x tempo		8			1						1		1	4		15
8	massa x tempo		4				1						6	2			13
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
Total por volume		29	120	6	17	77	15	30	59	32	53	62	10	61	114	25	710
Total por coleção		155			109			121			125			200			

Tabela 1 – Grandezas envolvidas nos gráficos cartesianos nos livros didáticos de Química do PNLD 2012

Durante análise a Tabela 1, observa-se que as coleções que mais apresentam gráficos cartesianos, seja durante o desenvolvimento do conteúdo conceitual ou nas atividades propostas, são primeiramente a coleção LD5 (200 gráficos) e, em seguida, a LD1 (155 gráficos). As outras três coleções apresentam, cada uma, um quantitativo de gráficos em torno de 54,5% a 62,5% dos encontrados na coleção LD5. Essas diferenças de números sugerem que não há um consenso entre os elaboradores de livros didáticos quanto à importância do uso dos gráficos cartesianos na representação de fenômenos experimentais ou da natureza, no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Química. Cada autor prioriza mais ou menos o uso desse tipo de representação semiótica tanto no todo da coleção como em cada um dos volumes seriados.

Considerando o livro didático como uma importante ferramenta de trabalho utilizada pela maioria dos professores que atuam na Educação Básica (NÚÑEZ et. al, 2003), a menor incidência de gráficos cartesianos em três dos cinco livros analisados vem compactuar com os resultados da pesquisa realizada por García e Palacios (2007), na qual quase a metade dos docentes de Química investigados afirmou que as dificuldades apresentadas pelos alunos ao interpretar gráficos cartesianos tem como possível responsável a pouca frequência com que são realizadas atividades com esses tipos de gráficos no contexto escolar. Para esses

professores, uma presença mais frequente dessas representações semióticas no desenvolvimento dos temas da Química auxiliaria o desempenho dos estudantes em tarefas que, posteriormente, exigissem a construção e/ou a interpretação de gráficos cartesianos.

Com o intuito de facilitar a observação das grandezas relacionadas com maior incidência nos gráficos cartesianos das cinco coleções, organizou-se a Tabela 1 em ordem decrescente das quantidades, conforme a última coluna de valores. Verificou-se a partir dessa organização dos dados que as dez primeiras relações de grandezas, entre as 125 identificadas, isto é, as dez com maior incidência nas cinco coleções analisadas totalizam 463 gráficos cartesianos, o que representa 65,2% do total. Em outros termos, essas dez relações de grandezas formam uma representação significativa do universo de tipos de grandezas envolvidas nos gráficos cartesianos identificados.

Analisando a distribuição dos gráficos em cada uma das coleções, observa-se que eles estão concentrados principalmente nos segundos volumes. Nas cinco coleções verificadas, os gráficos cartesianos presentes no volume da segunda série representam, aproximadamente, 61% de todos os gráficos propostos para os três volumes.

Baseados nas relações apresentadas na Tabela 1, torna-se possível verificar como, de forma geral, esses gráficos estão distribuídos entre os conteúdos da Química do ensino médio, conforme os dados dispostos na Tabela 2.

Conteúdos químicos	Incidência de gráficos (%)	Conteúdos químicos	Incidência de gráficos (%)	Conteúdos químicos	Incidência de gráficos (%)
Termoquímica	33,7	Gases	4,5	Tabela Periódica	0,8
Prop. Coligativas	17,1	Concentração	1,8	Grandezas Físicas	0,8
Soluções	16,4	Radioatividade	1,3	Pilhas	0,3
Cinética	9,9	Estequiometria	1,3	Estrutura Atômica	0,3
Química Ambiental	5,0	Equilíbrio Químico	1,2	Bioquímica	0,3
Solubilidade	4,5	Química Orgânica	1,2	Equilíbrio Iônico	0,3

Tabela 2 – Conteúdos químicos abordados nos gráficos cartesianos

Observa-se na Tabela 2 que os conteúdos da Química do ensino médio que mais se utilizam de gráficos cartesianos nos livros analisados são a Termoquímica (33,7%), as Propriedades Coligativas (17,1%) e as Soluções (16,4%)

Concernente aos tipos de gráficos cartesianos que foram encontrados nos quinze volumes analisados, cabe observar a Tabela 3, representada a seguir, para obter esses dados e construir possíveis análises.

Ordem	Tipos de gráficos		Coleções / Volumes															Total
			LD1			LD2			LD3			LD4			LD5			
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Linha (curva)	Única	23	45	1	11	38	7	16	25	20	45	13	7	49	53	11	364
		Múltiplas	5	64	4	4	39	2	10	29	9	7	40	2	12	57	10	294
3	Pontos (discreto)		-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	5	
4	Colunas		1	2	1	2		5	2	5	3	-	9	1	-	2	4	37
5	Barras		-	8	-	-	-	1	-	-	-	1		-	-	-	-	10
Total por volume			29	120	6	17	77	15	30	59	32	53	62	10	61	114	25	710
Total por coleção			155			109			121			125			200			

Tabela 3 – Tipos de gráficos cartesianos nos livros didáticos de Química do PNL D 2012

Durante a análise das cinco coleções, foram identificados quatro tipos de gráficos cartesianos: linha, ponto, coluna e barra. Os gráficos de linha foram divididos em dois tipos de acordo com a quantidade de curvas presentes em um mesmo plano cartesiano, sendo classificados como: linha única ou, no caso de mais de uma linha, como linhas múltiplas.

Observa-se na Tabela 3 que a maioria dos gráficos utilizados nesses livros de Química é do tipo ‘linha’, em que 51,3% possui apenas uma curva no plano cartesiano e 41,4%, duas ou mais curvas. Os gráficos de colunas apareceram nas cinco coleções e totalizaram 5,2% dos gráficos identificados, enquanto que os de barras foram utilizados em apenas três coleções, com mais incidência na coleção LD1, e representaram 1,4% do total.

Em relação ao trabalho com gráficos cartesianos no ensino médio, Postigo e Pozo (2000) atribuem dificuldades de aprendizagem na interpretação dessas representações semióticas aos próprios livros didáticos. Para esses autores, mesmo aqueles livros que incluem numerosas representações gráficas, com frequência, utilizam-nas como simples ilustrações, sem explorar os processos de interpretação e de construção de significados.

Esta pesquisa não teve como foco fazer essa categorização, mas pôde-se perceber, durante a análise dos dados, que a maioria dos gráficos de coluna e de barras era apenas ilustrativa. Reelaborando essa constatação, foi observado que os gráficos utilizados não contribuíam de forma mais significativa para a discussão e aprendizagem dos conceitos químicos abordados. A partir dessa perspectiva, cabe destacar que foi intenção tão somente identificar as grandezas relacionadas e os tipos de gráficos com maior incidência, para, a partir destes, propiciar possíveis planejamentos de atividades de ensino na área.

Na análise objeto deste estudo relatada neste artigo, os gráficos de pontos foram os que menos tiveram incidência, havendo sido localizadas apenas cinco situações distribuídas nas coleções LD1, LD3 e LD5. Entende-se por gráfico de pontos aqueles que possuem como variável independente uma grandeza que apresenta seus valores no conjunto dos números inteiros, ou seja, valores que dispõem como origem o zero e variam de uma unidade para mais ou para menos, não havendo a possibilidade de interpolação de outros valores inteiros entre dois dados consecutivos. Como exemplo, pode-se utilizar o gráfico apresentado na Figura 1, extraído do volume 1 da coleção LD3:

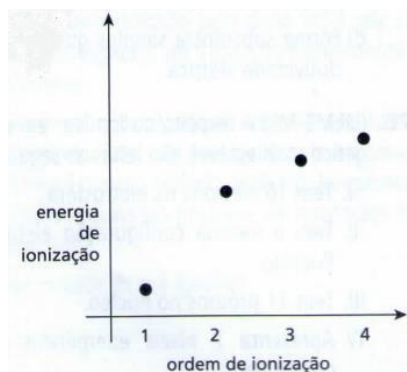


Figura 1 – Gráfico cartesiano de variáveis discretas
Fonte: Mortimer e Machado (2011, v. 1, p. 195)

O gráfico da Figura 1 representa a energia de ionização em função da ordem de ionização, em que essas ordens variam de um em um inteiro, isto é, entre as ordens de ionização 1 e 2 não existe uma nova ordem. Dessa forma, não se justificaria fazer a ligação entre os pontos que representam a relação “ordem x energia”, pois assim se estaria admitindo que a interpolação é possível. Esses tipos de representações semióticas foram tratados como gráficos de variáveis

discretas, uma vez que a continuidade dos valores da variável independente (ordem de ionização) não é possível.

Em relação a este tipo de gráfico, ressalta-se algo que foi percebido em todas as coleções. Para melhor entendimento, será utilizado como exemplo o gráfico da Figura 2.

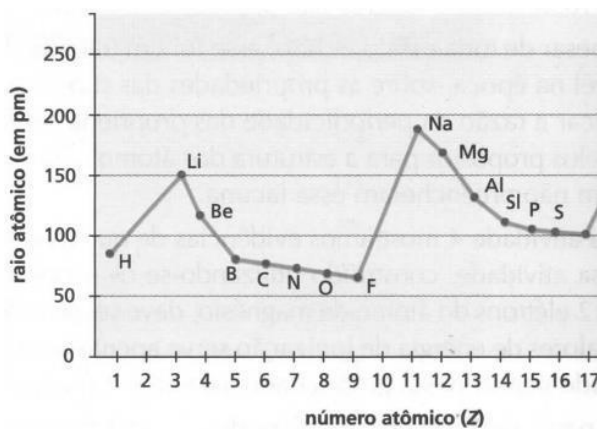


Figura 2 – Gráfico cartesiano de variáveis discretas com pontos unidos
Fonte: Mortimer e Machado (2011, v. 1, p. 174)

Nesse gráfico, apresenta-se no eixo horizontal (abscissas) a grandeza “número atômico”. Destaca-se que essa grandeza não é contínua, uma vez que seus valores são apenas números inteiros e variam de uma unidade, sendo um número atômico associado a apenas um elemento químico.

Observa-se que os elementos apresentados são, consecutivamente, os dezessete primeiros da tabela periódica, excluindo-se os gases nobres. Conseqüentemente, os pontos que representam a relação entre os números atômicos e o raio atômico não deveriam estar ligados por uma linha, posto que a linha cheia induz que, entre dois valores de números atômicos consecutivos, existe a possibilidade de interpolar uma infinidade de outros números atômicos.

Segundo Espinel, González, Bruno e Pinto (2009), os estudantes têm dificuldades ao construir e interpretar gráficos com variáveis discretas, e a apresentação desse tipo de gráfico em livros didáticos com o erro exposto pode contribuir para o não entendimento do estudante.

Esse tipo de gráfico é comum em livros de Química e que, de acordo com especialistas da área, essas linhas tem a intenção de tão somente representar uma tendência de variação entre as relações dos diversos elementos químicos. Porém, entre os livros analisados, apenas uma das coleções, LD3, traz essa informação explicitada ao aluno, conforme citação direta a seguir: “Note que a linha que une os valores do raio atômico serve apenas para indicar a tendência na sua variação, pois não tem sentido pensar nessa propriedade para alguma coisa intermediária entre dois elementos químicos” (MORTIMER; MACHADO, 2011, p. 174).

Considerações finais

Observa-se nos resultados encontrados que a abordagem de gráficos cartesianos nos livros didáticos de Química ainda é concentrada em determinados conteúdos (termoquímica e propriedades coligativas, por exemplo) e trazem informações equivocadas na apresentação dessas representações semióticas, como é o caso dos gráficos de variáveis discretas que são tratados como de variáveis contínuas.

Os estudos analisados permitiram apreender que, durante o tratamento dos gráficos cartesianos nas aulas, os gráficos que relacionam variáveis discretas estão entre os que os estudantes mais erram suas representações, visto que, normalmente, fazem a ligação dos pontos representados no plano cartesiano. A apresentação de gráficos de variáveis discretas nos livros didáticos de Química, como o exemplificado na Figura 2, sem a devida explanação de que os pontos originalmente não devem ser ligados e que aquela representação busca tão somente indicar uma tendência de variação, pode corroborar com a indução de uma concepção errada dos estudantes quando se tratando de gráficos com essas características.

É nodal concentrar-se em estudos para identificar os tipos de gráficos abordados nos livros didáticos, uma vez que esse conhecimento permite planejar o ensino da Química de uma forma mais adequada, explorando essas ferramentas de representação seja nas aulas teóricas ou nas representações de fenômenos nas aulas de laboratório.

Referências

- BELL, A. W.; JANVIER, C. The interpretation of graphs representing situations. **Learning of Mathematics**, n. 2, p. 34-42, 1981.
- BRASIL. Ministério da Educação - Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012: Química**, Brasília: MEC, 2011.
- DOLORES, C. Las gráficas, sus usos y retos en la enseñanza y en la investigación en matemática educativa. **Perspectivas docentes**, n. 36, p. 51-58, 2008.
- ESPINEL, M. C., GONZÁLEZ, M. T., BRUNO, A.; PINTO, J. Las gráficas estadísticas. In: L. Serrano (Ed.) **Tendencias actuales de la investigación en educación estocástica**. Málaga: Graficas San Pancraccio, 2009, p. 57-74.
- GARCÍA, J. J.G.; PALACIOS, F. J. P. ¿Comprenden los estudiantes las gráficas cartesianas usadas en los textos de ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**, España, v. 25, n. 1, p. 107-132, 2007.
- LEINHARDT, G.; ZASLAVSKY, O.; STEIN, M.K. Functions, Graphs, and Graphing: Tasks, Learning, and Teaching. **Review of Educational Research**, v. 1, n. 60, p. 1-64, 1990.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**, v. 1. São Paulo: Scipione, 2011.
- NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P. da; CAMPOS, A. P. N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de ciências. **Revista Iberoamericana de Educación** (Online), p. 1-15, 2003.
- PEREIRA, J. E.; UEHARA, F. M. G.; NUÑEZ, I. B. O estudo do conceito de variáveis com estudantes de licenciatura em química. VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC). **Anais...** Florianópolis/SC, 2009.
- PÉREZ GÓMEZ. A. I. Reinventar la escuela, cambiar la mirada. **Cuadernos de Pedagogía**, n. 368, mayo, p. 66-71, 2007.
- POSTIGO, Y.; POZO, J. I. Cuando una gráfica vale más que 1000 datos: La interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. **Infancia y Aprendizaje**, v. 90, p. 89-110, 2000.
- PRO BUENO, A. La enseñanza y el aprendizaje de La física. In: ALEIXANDRE, M. P. J. (coord.); et al. **Enseñar ciencias**. Barcelona: Editora GRAÓ, 2003. p. 175-202.