

MÓDULOS *INQUIRY*: DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DE RECURSOS EDUCATIVOS PARA A POTENCIAÇÃO DO *INQUIRY* *BASED-LEARNING* NO ENSINO DA QUÍMICA

CARLA MORAIS¹, JOÃO PAIVA^{2,*} E NUNO FRANCISCO³

Tem-se vindo a registar uma diminuição do interesse dos alunos pela aprendizagem das ciências. É necessário, por isso, que se implementem estratégias de ensino que permitam ao aluno compreender a utilidade da aprendizagem da ciência e a relevância do conhecimento científico. É nesta filosofia que se enquadra o projeto europeu PROFILES e o seu antecessor PARSEL. Neste artigo irão apresentar-se os princípios basilares destes projetos, referindo-se também as potencialidades do método *inquiry* no processo de ensino-aprendizagem das ciências. Em estreita relação com o método *inquiry*, este artigo reportar-se-á também à elaboração e utilização de recursos educativos - módulos - que visam contribuir para a abordagem das ciências através de problemas sociais e éticos. Associado a este artigo poderá encontrar-se ainda uma proposta de um módulo *inquiry* para o ensino da química.

INTRODUÇÃO

A educação em ciências apresenta-se como uma aposta primordial das sociedades modernas com vista à resolução dos problemas que têm vindo a enfrentar. No entanto, as perspetivas tradicionais da construção do conhecimento científico e a visão sobre os processos de ensino e aprendizagem associados a outros fatores, como a avaliação externa dos alunos, constituem-se, frequentemente, como entraves à inovação pedagógica [1]. No ensino das ciências continua a dar-se particular relevância à transmissão de factos, princípios e leis. Estas aprendizagens, muitas vezes realizadas de uma forma descontextualizada do real, não têm contribuído muito para a melhoria dos níveis de literacia científica dos alunos e, não raras vezes, levam a que os alunos desenvolvam atitudes negativas face à ciência. Assim, é expectável a existência de alguns indicadores que revelam que os alunos do ensino básico e secundário parecem gostar cada vez menos de ciências [2, 3]. Para contrariar esta tendência, muitos professores procuram implementar estratégias de ensino que fomentem o pensamento crítico e autorreflexivo por parte dos alunos. Isto poderá ser conseguido quando o professor deixa de apre-

sentar simplesmente os conceitos envoltos no seu formalismo científico, mas se esforça por contextualizá-los em problemáticas atuais e promotoras de tomadas de posição face a questões do quotidiano. Foi com este objetivo de aumentar a popularidade e a relevância da educação científica que vários investigadores europeus se associaram no projeto PARSEL – dos quais fez parte a Universidade de Lisboa (Instituto de Educação) [4, 5] – cujo desenvolvimento teve lugar entre 2006 e 2009. Este projeto constitui-se ainda como um importante antecessor do projeto PROFILES cujo desenvolvimento se iniciou em 2010 e cujo término está previsto para 2014. Na secção seguinte do presente artigo apresentar-se-á mais informação sobre este projeto e os seus propósitos.

O PROJETO PROFILES E O MÉTODO *INQUIRY*

O acrónimo PROFILES significa *Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry Learning and Education through Science* (<http://www.profiles-project.eu>) e trata-se de um projeto europeu que compreende mais de uma vintena de países participantes, entre os quais Portugal, que é representado pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. O projeto surge da necessidade de investir na formação contínua de professores e assenta nos princípios básicos de *autoeficiência* e de *teacher ownership*. Além disso, o PROFILES coloca também a sua tónica, como é indica-

do pelo significado do acrónimo, na promoção de abordagens com base no *Inquiry-Based Science Education (IBSE)*.

Há mais de um século que o método *inquiry* tem tido um papel relevante nos currículos escolares de ciência [6, 7]. Antes de 1900 muitos educadores viam a ciência, principalmente, como um corpo de conhecimentos que os alunos tinham de aprender através de uma instrução direta. Uma crítica a esta perspetiva surgiu em 1909, quando John Dewey, na qualidade de membro da *American Association for the Advancement of Science*, referiu que a ciência é mais do que um corpo de conhecimentos para aprender, pois há também um processo e um método a serem aprendidos [8]. Nas décadas de 1950 e 1960, a justificação para a utilização do método *inquiry* como uma abordagem para o ensino das ciências estava a tornar-se cada vez mais evidente: *If students were to learn the methods of science, then how better to learn than through active engagement in the process of inquiry itself?* [8].

O educador Joseph Schwab [9] foi uma voz influente para estabelecer esta visão da educação científica, argumentando que a ciência deve ser entendida como um conjunto de estruturas conceituais que deverão ser revistas como resultado da existência de novas evidências: *The implications of Schwab's ideas were, for their time, profound. His view suggested that tea-*

^{1,2} Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Departamento de Química e Bioquímica
Unidade de Ensino das Ciências
Centro de Investigação em Química
³ Colégio Cedros, Colégios Fomento
* E-mail: jcpaiva@fc.up.pt

chers should present science as inquiry and that students should use inquiry to learn science subject matter [8].

A obra de Schwab, Dewey e outros, incluindo Bruner e Piaget nas décadas de 1950 e 1960, influenciaram a natureza dos materiais curriculares desenvolvidos nas referidas décadas e no início dos anos 70.

Nos últimos anos temos visto um crescente apelo ao *inquiry*, por se considerar que este método pode desempenhar um papel importante na educação científica [10–13]: *This call for inquiry-based learning is based on the recognition that science is essentially a question-driven, open-ended process and that students must have personal experience with scientific inquiry to understand this fundamental aspect of science* [14].

O IBSE é baseado na ideia de que a aprendizagem das ciências deve ser autêntica para a prática da ciência, uma ideia defendida por Dewey [15, 16]. O suporte moderno para o IBSE vem de pesquisas na área da cognição que fornecem evidências sobre a importância da atividade e dos contextos autênticos de aprendizagem [17]: *Authentic activities provide learners with the motivation to acquire new knowledge, a perspective for incorporating new knowledge into their existing knowledge, and an opportunity to apply their knowledge. In contrast to the passive reception of knowledge associated with conventional science learning, inquiry is active. As an authentic scientific practice, inquiry also provides a valuable context for science learning* [14].

De acordo com Branch e Oberg [18]: *Inquiry-based learning is a process where students are involved in their learning, formulate questions, investigate widely and then build new understandings, meanings and knowledge.*

Segundo o mesmo autor, o conhecimento adquirido pelos alunos é novo para eles e pode ser usado para responder a perguntas, para desenvolver uma solução para um problema ou sustentar uma tomada de posição. O *inquiry* promove uma aprendizagem através da criatividade, resolução de

problemas científicos e procedimentos de decisão sócio científica. Na sua essência, o ensino através de *inquiry* promove o envolvimento dos alunos em investigações para satisfazer curiosidades, sendo estas satisfeitas quando os alunos constroem estruturas mentais que explicam de forma adequada e correta as experiências vivenciadas. O *inquiry* é fortemente estimulado pela curiosidade. Assim, pode referir-se que não há investigação autêntica nem aprendizagem significativa se não existir um espírito interrogativo que indaga uma resposta, uma solução, uma explicação ou uma decisão. A utilização do *inquiry* visa melhorar a aprendizagem baseada no aumento do envolvimento dos alunos nas múltiplas formas de conhecimento e nas fases sequenciais da cognição. Para tal deverá procurar-se promover a realização de investigações com base na iniciativa dos alunos, com a intenção de que desta forma o conhecimento assim construído seja mais relevante e significativo, não se limitando à aquisição passiva de factos transmitidos pelo professor. A colaboração aluno-aluno, com vista a reforçar a assimilação do conhecimento, poderá também ser um elemento preponderante nesta dinâmica. A implantação do método *inquiry* compreende alguns passos estruturantes, tal como se indica esquematicamente na Figura 1.

O PROJETO PARSEL E OS SEUS RECURSOS EDUCATIVOS

O acrónimo PARSEL, que significa *Popularity And Relevance of Science Education for Scientific Literacy* (<http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/index.php?id=home>), explicita a importância que este projeto europeu deu à popularidade e relevância da educação científica, com vista ao desenvolvimento de uma sólida literacia científica e à valorização da aprendizagem científica por parte dos alunos. Os módulos PARSEL, desenvolvidos no âmbito deste projeto, são um conjunto de recursos pedagógicos que visam contribuir para a abordagem das ciências através de problemas sociais e éticos. De acordo com Rannikmäe e colaboradores [20]: *The objective of the modules is to increase the relevance and popularity of science teaching in the eyes of students, but at the same time guarantee solid student learning headed for enhancing scientific literacy.*

Os módulos PARSEL foram especificamente estruturados em cinco secções diferentes [21]:

1. A primeira secção – *Página inicial* – é um documento formal com o título do módulo, o resumo dos principais conceitos científicos e o nível de escolaridade em que o módulo deve ser aplicado.

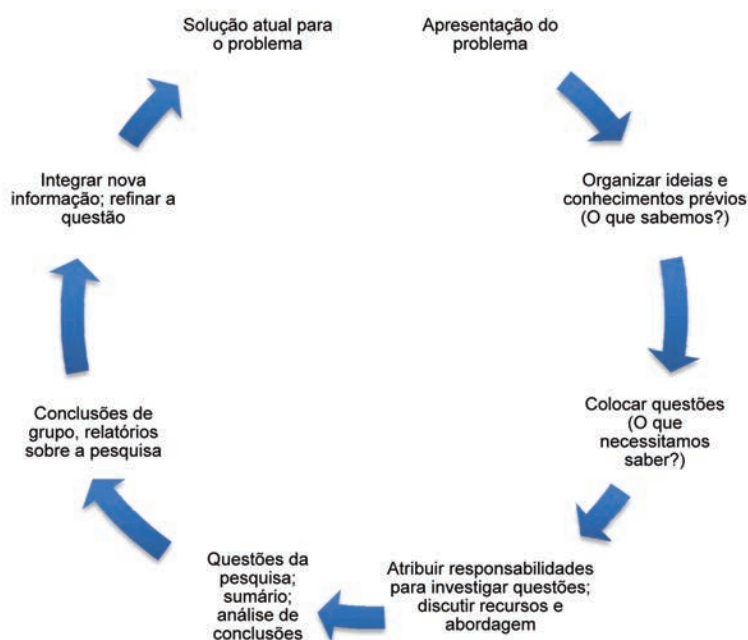


Figura 1 – Representação esquemática dos passos estruturantes na aplicação do método *inquiry* (adaptado de [19])

2. A segunda secção de um módulo PARSEL é o guia do estudante – *Atividades para o aluno*. Este documento fornece o cenário sócio ético que os alunos irão considerar. É neste guia que as tarefas são propostas aos alunos.
3. Seguidamente é apresentado o guia do professor – *Guia de ensino*. Este documento apresenta algumas orientações sobre a ordem das tarefas e a abordagem considerada mais conveniente para a realização das mesmas.
4. O documento de avaliação – *Estratégias de avaliação* – é outro documento importante que deve figurar em qualquer módulo PARSEL. Este documento destina-se a recomendar ao professor estratégias de avaliação das atividades exploradas.
5. Finalmente, pode ser adicionado ao módulo PARSEL um arquivo opcional – *Notas do Professor*. Este documento tem como objetivo fornecer ao professor mais informações adicionais sobre o tema ou outros materiais pedagógicos relevantes.

Estes módulos de trabalho foram desenvolvidos para serem utilizados pelos professores através de uma abordagem de ensino que contempla três fases diferentes mas interrelacionadas entre si:

FASE 1 – Promoção da relevância aos olhos dos alunos: estímulo com base em situações familiares (cenário).

A relevância para o aluno pode ser alcançada ligando o título (com palavras cuidadosamente escolhidas de modo a serem familiares e interessantes para os alunos) a uma situação de cariz social. Segundo Holbrook [21]: *This means that the initial teaching concerns the social aspect and it is put into an appropriate context by means of a 'scenario' – a story, a situation, an elaboration of the title or other such triggers to initiate discussion.*

Com base nas considerações da primeira fase, os alunos são conduzidos a aperceberem-se de que não dispõem de conceitos científi-

cos sólidos para aprofundar a discussão da temática em estudo. A busca por essa solidez científica constitui a base para a segunda fase de aplicação destes módulos. A Figura 2 representa, de forma esquemática, a primeira fase de aplicação dos módulos PARSEL.

FASE 2 – Descobrir a ciência subjacente à situação apresentada no cenário inicial. Aquisição de conceitos científicos e desenvolvimento de competências de resolução de problemas.

A abordagem pedagógica nesta segunda etapa deve ser familiar para os professores e o módulo proporciona isso mesmo, por os orientar para uma abordagem por método *inquiry*, maximizando o envolvimento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. Esta segunda fase inevitavelmente tomará a maior parte do tempo de aplicação do módulo. Sobre esta segunda fase e tal como refere Holbrook [9]: *The extent to which scientific ideas are explored or scientific problems are solved will depend on the scientific learning deemed necessary for an appreciation of the socio-scientific issues introduced in Stage 1.*

Esta fase é, no seu conteúdo, puramente científica, embora a aprendizagem cooperativa, a comunicação científica, e o desenvolvimento da perseverança, da iniciativa e da criatividade, também sejam prioritárias. A Figura 3 representa, de forma esquemática, esta segunda fase.

FASE 3 – Desenvolvimento de competências de tomada de decisão e reforço da capacidade de transferência/aplicação dos conceitos científicos subjacentes ao cenário em estudo.

Esta última fase é talvez a mais importante. Aqui os alunos consolidam a sua aprendizagem através da transferência dos conceitos formais apreendidos durante o processo de resolução da questão sócio científica (introduzida na primeira fase) e, através da

discussão e do raciocínio, tomam uma decisão sócio científica: *In this process, the actual decision made is of less importance than the reasoning put forward, and the degree to which the scientific component is included in a conceptually correct manner* [21].

Esta fase envolve capacidades de argumentação, capacidade de liderança, capacidade de raciocinar usando ideias científicas sólidas e equilibrar essas ideias face a outras considerações, tais como questões éticas, ambientais, sociais, políticas e, claro, financeiras. A Figura 4 representa, de forma esquemática, a terceira fase de aplicação dos módulos PARSEL.

As ideias-chave associadas ao processo de aplicação destes módulos e os seus intentos encontram-se sistematizadas na tabela 1.

MÓDULOS PARSEL E MÓDULOS INQUIRY

No âmbito da implementação do projeto PROFILES em Portugal estão a decorrer ações de formação, na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, para professores de ciência que, para além de todo o envolvimento e disseminação da filosofia deste projeto europeu, intentam que os professores se apropriem e modifiquem os módulos PARSEL, com vista a aproximá-los o mais possível ao currículo nacional e ainda incrementar nesses módulos oportunidades alavancadoras de experimentação, de utilização de software educativo, bem como de exploração de exemplos interessantes e adequados da História da Ciência [22]. A estes novos módulos chamámos módulos *inquiry*.

A aplicação dos módulos *inquiry* junto dos alunos constitui também um objetivo da formação PROFILES, da qual daremos conta a breve trecho, e que se orienta de acordo com as fases apresentadas na secção anterior. De notar que este número do Boletim da SPQ apresenta um exemplo concreto de um módulo *inquiry*, em estreita ligação com este artigo.

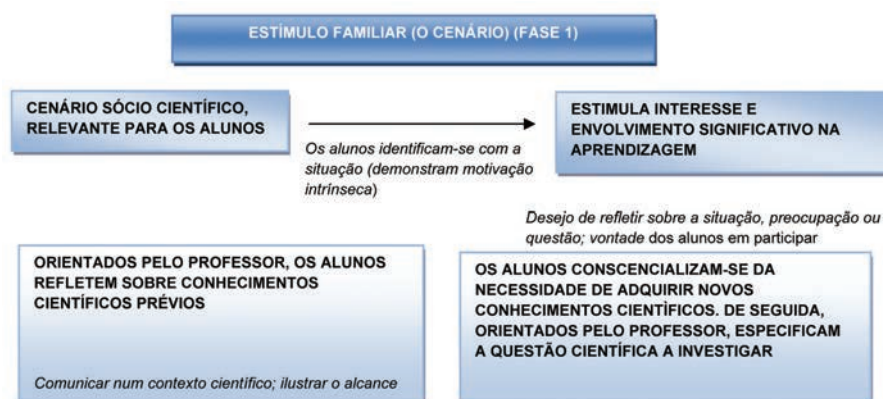


Figura 2 – Representação esquemática da primeira fase de aplicação dos módulos PARSEL (adaptado de [21])

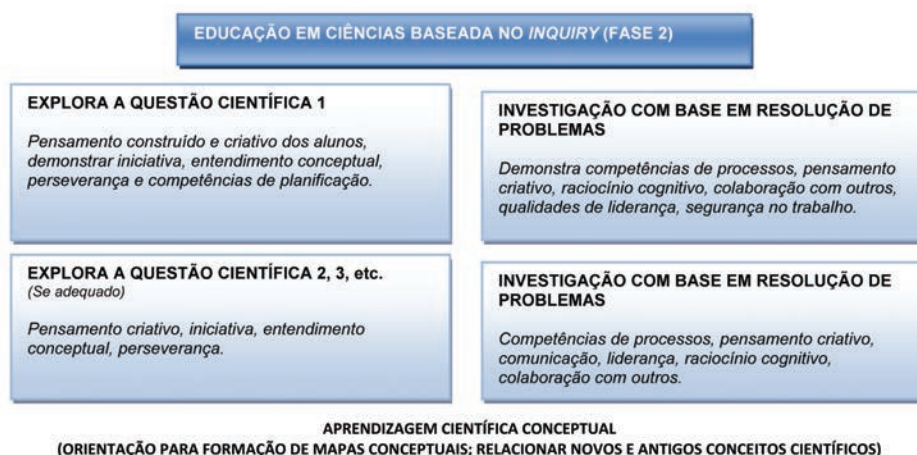


Figura 3 – Representação esquemática da segunda fase de aplicação dos módulos PARSEL (adaptado de [21])

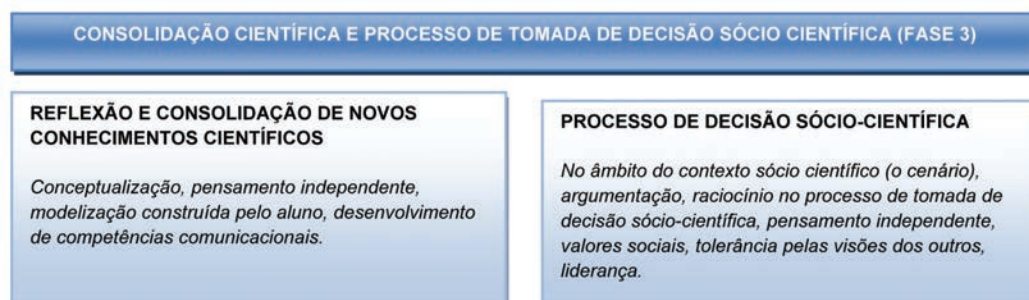


Figura 4 – Representação esquemática da terceira fase de aplicação dos módulos PARSEL (adaptado de [21])

Tabela 1 – Aplicação dos módulos PARSEL: fases de aplicação e considerações (adaptado de [21])

O MODELO de três fases	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Abordagem de ensino-aprendizagem	Título relevante da vida real mais cenário interessante para motivar os alunos.	Aprendizagem IBSE construída e orientada pelo professor .	Tomada de decisões sócio científicas , centradas no aluno e orientadas pelo professor.
Competências educacionais desenvolvidas	Comunicação oral; identificação de aprendizagem prévia; motivação intrínseca.	Competências de planificação; competências de processos; competências de apresentação; retirar conclusões; competências interpessoais.	Consolidação de ciência conceptual; competências de argumentação; competências sociais; tomadas de decisão sócio científica justificadas.
Aprendizagem de educação em ciência	Identificar a ciência em contexto; colocar questões científicas a investigar.	Aprendizagem conceptual de ciência; relacionar conceitos; desenvolvimento de competências IBSE.	Transferência de aprendizagens de ciência conceptual para novas situações sociais.
Interesse e relevância	Estimulação inicial dos alunos – motivação intrínseca (querer aprender).	Aumento de interesse e relevância através de atividades dos alunos.	Reforço da relevância da ciência e melhoria da literacia científica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Torna-se necessário que cada “professor PROFILES” contribua ativamente para a promoção da motivação dos alunos para a aprendizagem das ciências, incrementando sempre uma sólida literacia científica. É nessa linha de pensamento que o PROFILES tem sido implementado em Portugal e temos esperança que ao longo do projeto possamos fornecer mais exemplos de módulos *inquiry* potencialmente úteis para o ensino da química nos diferentes níveis de escolaridade.

REFERÊNCIAS

- [1] Figueiredo, O., Freire, S., Reis, P., e Galvão, C. (2009). Indo além do PARSEL. In F. Paixão e F. R. Jorge (Eds.), *Educação e formação: Ciência, cultura e cidadania*. Atas XIII encontro nacional de educação em ciências (pp. 926-34). Castelo Branco: Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- [2] Sarjou, A., Soltani, A., Kalbasi, A. e Mahmoudi, S. (2012). A Study of Iranian Students' Attitude towards Science and Technology, School Science and Environment, Based on the ROSE Project. *Journal of Studies in Education*, 2(1), 90-103.
- [3] European Commission (EC). (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.
- [4] Galvão, C., Reis, P., Freire, S. e Almeida, P. (2011). Enhancing the popularity and the relevance of science teaching in Portuguese Science classes, *Research in Science Education* 41(5), 651-666.
- [5] Galvão, C., Reis, P., Freire, S. e Faria, C. (2011). Ensinar Ciências – *Aprender Ciências. O contributo do Projecto Internacional PARSEL para tornar a Ciência relevante para os alunos*. Ed. 1. Porto: Porto Editora e Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- [6] Bybee, R. W., e DeBoer, G. (1993). *Goals for the Science Curriculum. In Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- [7] DeBoer, G. E. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. New York: Teachers College Press, Columbia University.
- [8] National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academies Press.
- [9] Schwab, J. (1966). *The Teaching of Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [10] American Association for the Advancement of Science. (1994). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- [11] Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Man, R., Krajcik, J. S., Guzdial, M. e Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26, 369-398.
- [12] Linn, M. C., Disessa, A., Pea, R. D. e Songer, N. B. (1994). Can research on science learning and instruction inform standards for science education? *Journal of Science Education and Technology*: 3(1), 7-15.
- [13] National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- [14] Edelson, D. C., Gordin, D. N. e Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3-4), 391-450.
- [15] Dewey, J. (1964a). *Progressive organization of subject matter*. In R. D. Archambault (Ed.), *John Dewey on education: Selected writings* (pp. 373-387). Chicago: University of Chicago Press.
- [16] Dewey, J. (1964b). *Science as subject matter and as method*. In R. D. Archambault (Ed.), *John Dewey on education: Selected writings* (pp. 182-195). Chicago: University of Chicago Press.
- [17] Greeno, J., Collins, A. e Resnick, L. B. (1996). *Cognition and learning*. In R. Calfee e D. Berliner (Eds.), *Handbook of educational psychology*. New York: Macmillan.
- [18] Branch, J., Oberg, D. (2004). *Focus on inquiry: a teacher's guide to implementing inquiry-based learning*. (pp. 1-5) Alberta, Canada: Alberta Learning.
- [19] Franklin, W. A. *Inquiry Based Approaches to Science Education: Theory and Practice* (<http://www.brynmawr.edu/biology/franklin/InquiryBasedScience.html>).
- [20] Rannikmäe, M., Teppo, M. e Holbrook, J. (2010). Popularity and Relevance of Science Education Literacy: Using a Context-based Approach. *Science Education International*, 21, 2, 116-125.
- [21] Holbrook, J. (2008). Introduction to the Special Issue of Science Education International Devoted to PARSEL. *Science Education International*, 19, 3, 257-266.
- [22] Thier, H. D. (2000). *Developing Inquiry-Based Science Materials: A Guide for Educators*. New York: Teachers College Press, Columbia University.

Livros e Multimédia
Entrevistas
Atualidades Científicas
Química para os + Novos



Química e Ensino
Notícias e Artigos
Agenda e Destaques