

PensaQui: a concepção de um Objeto Educacional sobre as Transformações Químicas

Daniela Rodrigues da Silva, Vitor Secretti Bertoncetto, Erika
Patrícia Nogueira Hubler, Silvia Piacheski Abreu
de Castro Bertagnolli
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Rio Grande
do Sul
Rua Dra. Maria Zelia Carneiro de
Figueiredo, 870 – Canoas - Brasil
+55 (51) 34158200
daniela.silva, patricia.hubler,
silvia.bertagnolli@canoas.ifrs.e
du.br

Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Rio Grande
do Sul
Rua Dra. Maria Zelia Carneiro de
Figueiredo, 870 – Canoas - Brasil
+55 (51) 34158200
vitor.bertoncetto@canoas.ifrs.e
du.br,
erikapiacheskiabreu@gmail.co
m

José Cláudio Del Pino
Universidade Federal do Rio Grande
do Sul
Rua Ramiro Barcelos, 2600, Porto
Alegre - RS - Brasil
+55 (51) 3308 - 5538
delpinojc@yahoo.com.br

ABSTRACT

After the creation of the Federal Institutes for Education, Science and Technology (IF), a Federal Government initiative, the integration between different areas of knowledge is fundamental. This article presents one of those initiatives operating at the Canoas Campus of the Rio Grande do Sul IF (IFRS – Campus Canoas) that integrates the Chemistry area, one of the general formation areas, with the Informatics area, one of the technical areas, through the creation of an educational object as a strategy to allow students build knowledge that are the foundation of chemical transformation study and teachers learn how their students explain situations that are the focus of chemistry at the intermediate education.

RESUMO

Com a criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IF), uma iniciativa do Governo Federal, a integração entre diferentes áreas do conhecimento é fundamental. Este artigo apresenta uma dessas iniciativas, operacionalizada no Câmpus Canoas do IF do Rio Grande do Sul (IFRS – Câmpus Canoas), que integra a área de Química, uma das áreas de formação geral, à área de Informática, uma das áreas técnicas, com a criação de um objeto educacional como uma estratégia que possibilite, aos estudantes, construir conhecimentos que fundamentam o estudo das transformações químicas e, aos professores, conhecer como seus estudantes explicam situações que são foco de estudo da química no ensino médio.

Categories and Subject Descriptors

K.3.2 [Information systems education]: com o desenvolvimento de um objeto educacional, aplicado ao ensino de Química.

General Terms

Software for education (models, design, development and evaluation tools, products, uses, applications, learning methodologies and experiences with Internet, impact evaluation and effectiveness).

Palavras-chave

Objeto Educacional, Transformações Químicas, Ensino Médio

Keywords

Educational Object, Chemical Transformations, Intermediate Education

1. O Objeto Educacional PensaQui

O Câmpus Canoas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul iniciou suas atividades letivas no dia 27 de agosto de 2010. Dentre os primeiros cursos oferecidos pela instituição estavam os cursos técnicos integrados ao ensino médio, que foram estruturados com disciplinas de formação geral e formação técnica, com a demanda de integração entre elas. Assim, professores de Química e de Informática uniram-se na busca de propostas que, por meio de novas tecnologias, pudessem aproximar estudantes e conteúdos da química. Para que isso se viabilize, são várias as tecnologias que podem ser usadas para aprimorar os processos de ensino e de aprendizagem, e se aproveitar da integração entre áreas de formação geral e técnica: conteúdos e exercícios na Web, vídeos, jogos, animações, enfim, diversos recursos computacionais. No entanto, optou-se por utilizar o conceito de objeto educacional (OE), visto que é “como qualquer recurso, suplementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem” conforme [1]. O trabalho de integração entre as áreas iniciou com o projeto de pesquisa “A resolução de problemas como estratégia de aprendizagem em química: um estudo de caso no IFRS - Câmpus Canoas”, que possibilitou perceber como os estudantes, ingressantes nos cursos técnicos integrados ao ensino médio, explicam situações em que transformações químicas estão presentes. Esse diagnóstico a respeito das concepções dos estudantes levou o grupo de pesquisa a pensar em um objeto educacional como estratégia de ensino e de aprendizagem que pudesse oportunizar aos estudantes a construção de conhecimentos cientificamente aceitos pela química. A partir de 2013, o projeto evoluiu efetivamente para o desenvolvimento do objeto educacional, que apresenta uma proposta organizada a partir dos estudos e resultados elaborados no projeto de pesquisa anterior. Esse OE recebeu o nome de PensaQui, um objeto educacional sobre as transformações químicas. Como uma das disciplinas da área das ciências da natureza que está presente no currículo do ensino médio, a química tem seu objetivo principal,

neste nível de ensino, centrado no estudo da matéria, suas características, propriedades e transformações a partir de sua composição íntima (átomos, moléculas, etc.) [2]. Assim, cabe às instituições de ensino proporcionar aos estudantes condições para construir conhecimentos que exigem a compreensão de conceitos abstratos, considerados de difícil entendimento. Segundo [3], “o conhecimento científico é difícil, justamente porque rompe com as concepções do conhecimento cotidiano, mas sua dificuldade não é intransponível, uma vez que é essencialmente uma construção humana”. Desse modo, a ação pedagógica do professor de química, enquanto sujeito que reflete sobre o seu fazer, e utiliza-se de seus múltiplos saberes para oportunizar aos estudantes situações de aprendizagem, deverá ponderar as diferentes características do conhecimento científico em relação ao conhecimento cotidiano, com a qual o estudante está acostumado a analisar as situações no seu dia a dia.

No ensino de ciências, e neste contexto, mais especificamente no de química, há dificuldades de apropriação que são intrínsecas aos saberes, dificuldades essas que precisam ser diagnosticadas e analisadas com grande exatidão, para que os estudantes sejam bem sucedidos [4]. Por isso, a importância de interação constante entre professor e estudantes na busca por conhecer e avaliar como as situações em estudo são explicadas pelos estudantes, e dentro disso, quais os obstáculos que dificultam seu entendimento sobre os conceitos científicos. Para [2] a compreensão de teorias científicas implicaria em superar as restrições que as teorias implícitas, mantidas pelos alunos, impõem, ou seja, compreender a química envolveria, primeiro, uma mudança na lógica a partir da qual o estudante organiza suas teorias (mudança epistemológica); em segundo lugar, a mudança no conjunto de objetos assumidos na sua própria teoria (mudança ontológica) e, ainda, uma mudança no marco em que estão inscritos os conceitos envolvidos (mudança conceitual). Dessa forma, modificar a lógica com que o estudante está acostumado a pensar, de acordo com as construções que ele realizou, e continua realizando ao longo de sua vida, não é uma tarefa simples e, portanto, exige a elaboração de estratégias diferentes das utilizadas na metodologia tradicional, em que a simples transmissão dos conhecimentos científicos nas aulas de química significa reforçar um caminho já há muito tempo considerado infrutífero e frustrante para todos os sujeitos envolvidos.

Neste contexto, enfatiza-se que um dos objetivos da pesquisa em ciências e/ou da química deve ser o de elaborar estratégias e metodologias de ensino, que visem entender por que o estudante não compreende [3] e, desse modo, encontrar caminhos para que os obstáculos à aprendizagem sejam considerados e problematizados no desenvolvimento das aulas de química. Como alternativa, acredita-se que ensino e pesquisa devam interagir continuamente no ambiente das instituições de ensino, entendidas como ambientes onde a construção de conhecimento se faz necessária. Além disso, permite que os processos de ensino e aprendizagem sejam efetivamente vivenciados por todos os envolvidos: o professor e o estudante, ambos sujeitos inacabados, que encontram no convívio escolar a oportunidade de transformarem-se enquanto sujeitos do conhecimento.

Os Objetos Educacionais são utilizados com objetivos pedagógicos e, conforme [5], eles vêm se mostrando como uma alternativa aos professores no apoio ao processo ensino-aprendizagem. [5] afirmam que os objetos devem ser elementos preparados a fim de dar apoio ao ensino e devem delimitar os tipos de recursos que eles podem utilizar. Os autores também

afirmam que um OE “tem a capacidade de ser reutilizado em vários contextos de maneira a facilitar a apropriação do conhecimento”, devendo ser um facilitador na construção do conhecimento, servindo como instrumento para que o aluno construa o seu entendimento sobre o assunto que está sendo abordado, conforme argumenta [6]. [7] afirmam que podem ser citadas diversas oportunidades em relação ao processo de ensino e aprendizagem quando se utilizam objetos educacionais. Para os autores, o retorno obtido após a validação de um objeto possibilita seu aperfeiçoamento, permitindo aos estudantes a geração e o teste de hipóteses, e a visualização de conceitos, antes abstratos, de forma concreta. Também afirmam que, “na medida que o aprendiz recebe uma informação com várias nuances, a construção de seu conhecimento será mais rica, mais inclusiva”, o que justifica e fortalece a teoria de que a apresentação de conceitos, antes demonstrados apenas de forma tradicional, utilizando quadro e giz, podem ser melhor absorvidos com a associação de outras tecnologias.

Assim, a partir dos resultados obtidos no diagnóstico que buscou conhecer como os estudantes explicavam situações, envolvendo transformações químicas, no projeto de pesquisa desenvolvido anteriormente, percebeu-se a necessidade de elaboração de estratégias de ensino e aprendizagem que pudessem problematizar as dificuldades demonstradas pelos estudantes. A elaboração de um objeto educacional transformou-se em uma oportunidade interessante para integrar os conhecimentos da química e da informática. E por que é importante estudar as transformações químicas? Em função da indiscutível relevância que esse tema tem dentro da disciplina de química, seja iniciando pela abordagem mais superficial oportunizada na oitava série do ensino fundamental, na disciplina de ciências, ou na graduação em disciplinas específicas da química analítica, orgânica, inorgânica ou físico-química. Além disso, a hipótese oriunda da prática docente de que muitos estudantes concluem o ensino básico sem compreender os conceitos fundamentais que estruturam o estudo das transformações químicas, fortalecida pelos resultados de pesquisas [9, 10] que divulgam os “erros conceituais” encontrados nas concepções de adultos, que já concluíram a formação básica, justificam essa escolha.

Uma das estratégias utilizadas para que os estudantes pudessem expor suas opiniões a respeito de fatos do dia-a-dia, em que as transformações químicas estivessem presentes, foi a contação de histórias. Essa estratégia oportunizou aos estudantes a exposição de ideias dentro de um contexto do cotidiano, por meio de situações que eles conhecem e, por isso, sentem-se à vontade para falar. Em função disso, uma das histórias “Bolhas na vida de Maria Clara”, apresentada em [11], foi escolhida para ser transformada no cenário do objeto educacional PensaQui. Para a implementação do objeto, a história foi ampliada.

O diagnóstico após a contação de histórias mostrou que os alunos não empregam os conceitos estudados no ensino fundamental e no início do médio para formular explicações para os fenômenos em análise, na medida em que não utilizam modelos abstratos, em que “átomos”, “moléculas”, “partículas”, entre outros conceitos do nível submicroscópico pudessem fazer parte das hipóteses construídas para interpretar os fatos avaliados. Evidenciou-se um número reduzido de tentativas de alguns estudantes em avaliar as situações por meio de conceitos científicos estudados nas aulas de química, e muitos deles mostraram que a compreensão desses conceitos é confusa e de difícil aplicação ao cotidiano. Acredita-se que essas compreensões constituem-se como obstáculos à

aprendizagem das transformações químicas. No entanto, fazem parte do desenvolvimento dos sujeitos, demandando a sua problematização, pois estruturam a formação de novos conhecimentos. O estudante não tem como construir conhecimentos novos a partir do vazio, como se ele não tivesse nenhuma compreensão sobre os fenômenos que estão sendo tratados. Ele precisa dar-se conta da sua forma de analisar os fenômenos em estudo para, então, rever seus conceitos, as incoerências entre eles e os cientificamente aceitos, que devem ser estudados na escola. Desse modo, na elaboração do PensaQui, buscaram-se elementos que pudessem suprir as principais dificuldades evidenciadas nas explicações dos estudantes, para que o objeto educacional mediado pelo uso do computador possa ser utilizado tanto por professores que querem conhecer como seus estudantes explicam fatos que são foco de estudo da química, quanto por estudantes que poderão interagir e construir novos conhecimentos por meio das problematizações e informações disponibilizadas pelo objeto.

Outra informação interessante sobre a concepção do objeto educacional é a de que ela demanda o debate constante entre conhecimentos técnicos e pedagógicos, pois, ao mesmo tempo em que ocorre a definição das mídias (animações, imagens, sons, vídeos, entre outras), há uma proposta pedagógica a ser implementada. De acordo com [12], os objetos de aprendizagem são sempre formados por conteúdos a serem aprendidos e devem levar em conta todos os procedimentos pedagógicos desde a escolha do conteúdo a ser apresentado e das estratégias mais adequadas para fazê-lo, até a compreensão do processo de ensino e aprendizagem e das interações entre o aluno envolvido nesse processo e o conteúdo, através de um meio informatizado. Nesse contexto, a realização das etapas de diagnóstico foi fundamental para a definição e validação do assunto a ser desenvolvido por meio de um OE. A concepção do OE apresentado neste trabalho tem por principal objetivo oportunizar aos docentes da área da química uma ferramenta pedagógica que possibilite conhecer e problematizar as noções apresentadas pelos seus estudantes a respeito das transformações químicas. Para isso, considera-se que cada sujeito constrói, ao longo de sua história, noções a respeito da realidade à sua volta, em um processo de construção contínua e necessária à sua sobrevivência. De acordo com [2], os estudantes interpretam qualquer situação ou conceito que lhes é apresentado a partir de seus conhecimentos prévios, sua física, sua química ou biologia pessoal ou intuitiva.

Neste contexto, o PensaQui foi idealizado como uma estratégia de abordagem que contempla ao mesmo tempo o conhecimento cotidiano, que não pode ser eliminado das vivências escolares, e o conhecimento científico, com o objetivo de compreender os fatos a partir de uma análise mais complexa, oportunizada pela química. Todavia, esses conhecimentos cotidianos são distintos dos conhecimentos científicos, e é nas instituições de ensino que ambos estarão presentes e precisarão ser identificados e diferenciados. O conhecimento científico e o conhecimento cotidiano se mostram como campos que diretamente se inter-relacionam com o conhecimento escolar nas ciências físicas, mas não sem contradições [13]. Para [14], deve haver uma ruptura entre o conhecimento sensível das primeiras impressões e o conhecimento científico. Contudo, isso não implica o abandono das teorias anteriormente construídas, e sim de uma reordenação, por introduzir uma nova racionalidade [15]. O questionamento ao conhecimento cotidiano, às ideias prévias dos estudantes, implica definir em quais contextos elas são plausíveis e frutíferas, e em

quais outras elas se apresentam como erros [13]. Por isso, a utilização dessa ferramenta pedagógica constitui-se uma oportunidade de o professor diagnosticar quais são as noções que seus estudantes apresentam a respeito das situações em estudo, e como eles reagem às informações oferecidas pelo objeto com o qual estão interagindo. Conhecendo as necessidades dos estudantes com quem trabalha, o professor terá a oportunidade de planejar estratégias de ensino e de aprendizagem que signifiquem espaços de construção e não de memorização de conceitos.

Segundo [16], “o sujeito pode repetir uma fórmula, uma lei ou um conceito em toda sua exatidão e não ser capaz de entender absolutamente nada de seu significado. Esse tipo de aprendizado terá pouquíssima utilidade, porque o sujeito não será capaz de aplicá-los a situações reais fora da escola e das situações de prova”. Como uma alternativa à memorização e à transmissão de conhecimentos, a utilização do OE no ambiente escolar constitui-se como uma proposta de interação entre sujeito (estudante) e objeto (objeto educacional), em que a análise de informações, a expressão de opiniões, a comparação de dados e elaboração de explicações de forma escrita, tornar-se-ão uma oportunidade de aprendizagem em que as escolhas das informações e dos caminhos a serem buscados serão determinadas por ele mesmo, durante o processo de interação. Acredita-se que o PensaQui proporá, aos sujeitos envolvidos no ensinar e aprender, trilhar caminhos diferentes dos tradicionalmente oportunizados em sala de aula e/ou ofertados pelos livros didáticos, na medida em que ele é resultado de um trabalho reflexivo e processual.

A proposta do OE desenvolvido tem como cenário a casa de “Maria Clara”, uma personagem que faz parte da história, já utilizada nas entrevistas da primeira etapa do projeto. A história, escolhida para o desenvolvimento do objeto, apresenta as dúvidas de uma adolescente, estudante do primeiro ano do ensino médio, que, ao se deparar com duas situações, envolvendo a formação de bolhas, começa a se perguntar sobre a similaridade dos processos e como aquelas bolhas foram formadas. O PensaQui apresenta, inicialmente, uma situação do cotidiano escolar, no formato de história em quadrinhos, e então passa para a casa de Maria Clara, onde os fatos levarão os personagens a levantar hipóteses e a realizar pesquisas como forma de buscar respostas para suas dúvidas.

O estudante que interage com o objeto é convidado a manifestar suas opiniões a respeito dos fatos e todo o caminho percorrido por ele, suas escolhas e seus textos construídos em diferentes momentos, farão parte de um relatório que será acessado pelo professor. Assim, ele terá a oportunidade de avaliar as noções apresentadas pelos estudantes, suas compreensões elaboradas e/ou reelaboradas durante o processo, e as necessidades que precisam ser problematizadas para a continuidade dos estudos a respeito do tema. Ao iniciar a interação com o objeto, o estudante encontra Maria Clara e seus colegas, Ricardo e Caroline, conversando sobre uma mostra de iniciação científica que acontecerá na escola. Maria Clara e seus colegas marcam um encontro para o turno da tarde, para identificarem um assunto de pesquisa para apresentarem na mostra de ciências. Esse assunto acaba sendo a situação vivenciada por Maria Clara ao chegar em casa, quando ela se depara com uma situação que não consegue explicar - a formação de bolhas em duas situações diferentes: uma panela com água, que é aquecida para fazer uma sopa, e um comprimido efervescente utilizado por sua mãe para amenizar a azia que está sentindo. Essa situação remete o estudante à análise da formação das bolhas a partir de características do nível macroscópico, ou

seja, do que ele percebe nos fatos. Assim, o objeto possibilitará, por meio de animações, a observação da formação de bolhas no copo e também na panela. Em seguida, o estudante é convidado a compartilhar suas ideias sobre a formação de bolhas na água da panela utilizada para fazer a sopa. Após escrever sua opinião a respeito da origem dessas bolhas, são apresentadas ideias de outros estudantes como hipóteses elaboradas pelos personagens antes de iniciarem suas pesquisas a respeito do assunto que eles escolheram para a mostra de iniciação científica (contra-sugestão).

Assim, dá-se continuidade ao funcionamento do OE, com a exposição dos resultados obtidos por Maria Clara em suas pesquisas, ou seja, ela compartilha com os demais personagens um texto em que os diferentes níveis de representação (macroscópico, submicroscópico e simbólico) são descritos como possibilidades utilizadas no estudo da química e os demais personagens interagem. A animação torna-se importante nesse momento, pois possibilita explorar as mudanças que acontecem com as partículas de uma mesma substância nos estados sólido, líquido e gasoso. Na etapa seguinte, a situação do comprimido efervescente é analisada, e novamente o estudante é convidado a divulgar suas ideias a respeito do fato e são apresentadas as hipóteses dos personagens sobre a efervescência, da mesma forma que foi realizado anteriormente com a água da sopa. Nessa parte, o núcleo conceitual da conservação da matéria é explorado, com novas pesquisas realizadas e apresentadas pelos personagens. Para concluir, o estudante é convidado a responder a algumas questões que permitirão ao professor avaliar as construções realizadas por ele durante a interação com o objeto educacional.

Com a proposta pedagógica definida, roteiro e atividades já organizadas, o objeto caminha para a parte final, que inclui a conclusão dos desenhos e a finalização das animações, além da ligação dos diferentes quadros, que darão a sequência ao objeto, possibilitando sua utilização e validação. Por se tratar de um projeto em andamento, foram apresentadas etapas diretamente relacionadas à concepção da proposta pedagógica de um objeto educacional para o estudo das transformações químicas. Todavia, entende-se que o caminho percorrido até aqui possibilita o compartilhamento de construções importantes, na medida em que descreve a busca por soluções para que os objetivos propostos fossem alcançados. A escolha dos pressupostos teóricos que fundamentam o “como” e o “o que” das transformações químicas são abordados no PensaQui e resultaram da busca por alternativas para problematizar os obstáculos à aprendizagem diagnosticados nas explicações dos estudantes ingressantes no ensino médio. Assim, a proposta pedagógica do Objeto Educacional está diretamente vinculada às necessidades dos estudantes e não apenas aos anseios de professores e pesquisadores. O trabalho desenvolvido por bolsistas do ensino médio oportunizou a elaboração de um roteiro com situações do cotidiano de estudantes da mesma faixa etária, de modo que os diálogos entre os personagens pudessem ser próximo e significativo aos estudantes que estudarão utilizando o PensaQui.

2. REFERÊNCIAS

- [1] Fabre, M. J. M.; Tarouco, L. M. R.; Tamusiunas, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. 2003. Disponível em: <http://www.nuted.ufrgs.br/oficinas/criacao/marie_reusabilidadade.pdf>. Acesso em: ago. 2011.
- [2] Pozo, Juan Ignacio; Gómez Crespo, Miguel Angel. A aprendizagem e o ensino de ciências. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- [3] Lopes, A.R.C. Conhecimento Escolar em Química: Processo de mediação didática da Ciências. Revista Química Nova. V. 20 (5), 1997. p. 563-568.
- [4] Astolfi, Jean-Pierre; Darot, Éliane; Ginsburger-Vogel, Yvette; Toussaint, Jacques. Práticas de Formação em Didática das Ciências. Lisboa: Instituto Piaget, 2000.
- [5] Vieira, C. E. M.; Nicoleit, E. R. (2007) Desenvolvimento de Objeto de Aprendizagem, baseado em especificações de Normatização SCORM, para o caso de suporte à aprendizagem de funções. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), v. 5, n. 1., jul. Retirado de Propostas - SiPES/SIGProj - Página 6 de 10 <http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo9/artigos/4eCarlos.pdf>.
- [6] Behar, P. A. (2009) Modelos Pedagógicos em Educação a Distância. Porto Alegre: Artmed.
- [7] Paula Mesquita Melques, Ana Maria Osorio Araya, Klaus Schlünzen Junior, João Ricardo Neves da Silva. O Ensino De Ciências Naturais Nas Séries Iniciais Do Ensino Fundamental: Uma Estratégia De Ensino Utilizando Objetos Educacionais. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação. v. 9, n. 2 (2011).
- [8] Edna Lúcia da Silva, Lígia Café, Araci Hack Catapan. Os objetos educacionais, os metadados e os repositórios na sociedade da informação. Ci. Inf., Brasília, DF, v. 39 n. 3, p.93-104, set./dez., 2010.
- [9] Barker, V. Concepções Espontâneas dos alunos sobre conceitos básicos de química. 2000. Disponível em <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao.htm>. Acesso em: 10 abr. 2012.
- [10] Rosa, M. I. F. P. S.; Schnetzler, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. Revista Química Nova na Escola, n. 8. nov. 1995, p. 31-35.
- [11] Silva, D. R.; Bertagnolli, S.C.; Hubler, P. N. Construção de Objetos Educacionais: um estudo de caso na área de química. In: VII Semana de Pesquisa e Pós-graduação do UniRitter, no Colóquio de Pesquisa, 2011, Porto Alegre. VII Semana de Pesquisa e Pós-graduação do UniRitter, 2011.
- [12] Gazzoni, A.; Canal, A.P.; Falkembach, G.A.M.; Fioreze, L.A.; Picolini, L.B.; Antoniazzi, R. Proporcionalidade e semelhança: aprendizagem via objetos de aprendizagem. RENOTE (Revista Novas Tecnologias na Educação) v. 4, n. 2, p.1-9, dez 2006.
- [13] Lopes, A.R.C. Conhecimento Escolar: Ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.
- [14] Bachelard, G. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- [15] Lopes, A.R.C. Currículo e Epistemologia. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.
- [16] Delval, J. Aprender a aprender. Campinas: Papyrus, 2005.