

CONHECIMENTO QUÍMICO E O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM RADIOLOGIA

Wanderlei S. Gabini^{1*}(PG), Sérgio Lúcio Pereira de Castro Lopes²(PG), Selma R. S. Manechine³(PG), Solange Maria de Almeida⁴(PQ), Renato Eugênio da Silva Diniz⁵(PQ), Ana Maria de A. Caldeira⁶(PQ).

* wgabini@uol.com.br

^{1,3,5,6} UNESP: Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – FC – Bauru, SP.

^{2,4} UNICAMP: Programa de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica – FOP – Piracicaba, SP.

Palavras-chave: experimentação, conhecimento químico

Introdução

A Educação Básica no Brasil, como estabelecido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), compreende em sua etapa final, o Ensino Médio. Como destaca Menezes (2004, p. 22), para equipar o cidadão para a vida e para o trabalho, a LDBEN indica um “aprendizado ativo e participativo, que é direção oposta ao ensino livresco e ao aprendizado passivo e formal”. Ainda, como sinalizam as Orientações Educacionais Complementares aos parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+, 2002), o Ensino Médio deve “preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho” (p. 8).

Ao instituir as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico, a Resolução CNE/CEB N° 04/99, coloca entre os princípios norteadores dessa modalidade educacional, a “independência e articulação com o Ensino Médio” e a “flexibilidade, interdisciplinaridade e contextualização”. Também, nas competências básicas requeridas pela educação profissional, encontram-se as competências constituídas no Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

Frente aos propósitos do Ensino Médio e da Educação Profissional, anteriormente apresentados,

nota-se que os conhecimentos em disciplinas como Química, Biologia, Física, entre outras, constituem-se em um conjunto tão amplo, que não podem ser desconsiderados quando o aluno opta pela Educação Profissional na etapa pós Ensino Médio. Conhecimentos químicos, por exemplo, subsidiam inúmeros conhecimentos mais específicos, que são abordados nas disciplinas próprias de determinada área, qualificação ou habilitação profissional.

Nesse sentido, quando se rompe as fronteiras entre as disciplinas e, entre as modalidades de ensino, torna-se possível focalizar os conhecimentos científicos através de diferentes lentes para a resolução de situações-problema diversas. Santomé (1998, p. 45) aponta a “reorganização” e o “reagrupamento” dos diferentes saberes escolares, dentro de um trabalho interdisciplinar, como necessidade para que não se perca a relevância e a significação dos problemas quando esses forem detectados, pesquisados e solucionados.

Para Fazenda (2003, p. 77), “executar uma tarefa interdisciplinar pressupõe antes de mais nada um ato de perceber-se interdisciplinar”. Ainda, segundo a autora, tal percepção interdisciplinar pode ser verificada, por exemplo, quando recorre-se a outras fontes do conhecimento para a compreensão da complexidade de um problema surgido, quando se busca explicitar as finalidades de um projeto e os critérios para escolha de caminhos a serem percorridos.

Santos e Schnetzler (2003), apontam o fato de que o conhecimento químico pode oferecer aos cidadãos informações para que conheçam como “utilizar as substâncias no seu dia-a-dia, bem como se posicionem criticamente com relação aos efeitos ambientais da utilização da química e quanto às decisões referentes aos investimentos nessa área” (p. 47-48). Chassot (2003, p. 49) destaca que “a cidadania só pode ser exercida se o cidadão ou cidadã tiver acesso ao conhecimento (e isto não significa apenas informações) e aos educadores cabe então fazer esta educação científica”. Assim, o ensino de Química que enfatiza a memorização excessiva de nomes, fórmulas, que se pauta apenas por cálculos sem significados, distancia o aluno desses reais propósitos da disciplina.

A aprendizagem de Química no Ensino Médio, segundo proposta do PCN+, deve “facilitar o desenvolvimento de competências e habilidades e enfatizar problemáticas reais de forma crítica, permitindo ao aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões”. Tendo como foco o estudo das transformações químicas, são propostos “temas estruturadores”, cujo propósito é desenvolver um conjunto de conhecimentos de forma articulada.

Um desses temas aborda os aspectos dinâmicos das transformações químicas, reelaborando as idéias sobre o tempo e as quantidades envolvidas nas transformações químicas. Na unidade temática *controle da rapidez das transformações no dia-a-dia*, um dos objetivos é “reconhecer e controlar variáveis que podem modificar a rapidez de uma transformação química (concentração, temperatura, pressão, estado de agregação, catalisador)”.

Enfatiza-se que no processo de ensino e aprendizagem, as atividades necessitam contribuir para que o aluno tenha condições de construir e

utilizar o conhecimento. Dessa forma, podemos estar articulando tais conhecimentos às etapas posteriores de estudos desse aluno, como, por exemplo, quando busca um curso técnico pós-médio, cujos conceitos de química são fundamentais para esclarecer outros processos mais específicos, como é o caso do processamento radiográfico.

O trabalho desenvolvido nesse processo de ensino e aprendizagem, deve ser realizado através de um conjunto de diferentes ações didáticas e pedagógicas. Na Química, como em outras disciplinas, as atividades experimentais têm papel fundamental, seja em experimentos de laboratório, em demonstrações em sala de aula ou em estudos do meio, conforme destacado no PCN+. Para Giordan (1999, p. 46), a experimentação quando desenvolvida considerando-se possibilidades de erros e acertos, colabora para manter o aluno comprometido com sua aprendizagem, já que ele a reconhece como estratégia para a resolução de problemas dos quais toma parte.

Para Freitas, Rosa e Souza (2003), o processamento radiográfico consiste em etapas através das quais os filmes radiográficos convencionais expostos aos raios X e, conseqüentemente, com seus cristais da emulsão sensibilizados (apresentando a chamada *imagem latente*) devem ser submetidos para que forneçam a chamada *imagem real e visível*, passível então de ser analisada. Gerando assim a chamada radiografia.

O processamento radiográfico nada mais é que um processo químico, no qual o filme radiográfico sensibilizado é progressivamente submetido a substâncias responsáveis pela redução dos íons prata (oriundos dos cristais de prata sensibilizados pela radiação X) à prata metálica, que se deposita no filme, gerando as regiões escuras das radiografias, denominadas *regiões radiolúcidas*. A esta etapa do processamento radiográfico denomina-se de Revelação, sendo uma etapa determinante na

qualidade final da radiografia a fim de que esta forneça um correto diagnóstico.

Na etapa de Revelação, na qual os íons prata sofrem redução pelas substâncias químicas (elôn, hidroquinona) que compõem a substância reveladora, diversas variáveis são determinantes da reação química, dentre elas a temperatura na qual esta solução se encontra. É importante ter em mente que a uma temperatura mais elevada o tempo de revelação será menor, a fim de que não ocorra um excesso de ação de redução dos íons prata do filme, que levaria a um escurecimento indevido do mesmo e, conseqüente, perda da qualidade da radiografia.

É de fundamental importância no processo de aprendizagem dos estudantes de cursos técnicos, tecnólogos de radiologia, bem como nos estudantes das disciplinas diretamente ligadas à radiologia médica e odontológica, a correta compreensão da importância da temperatura da solução reveladora na qualidade geral da radiografia. Além do entendimento da relação entre esta temperatura e o tempo total no qual o filme deverá estar exposto à solução reveladora.

Para tal, os estudantes devem compreender o papel da temperatura no tempo global de uma reação química a fim de aplicarem este conceito na prática do processamento radiográfico.

O presente trabalho avaliou a importância da atividade prática, aliado aos conceitos químicos de velocidade de reação, na aprendizagem dos conceitos teóricos sobre processamento radiográfico.

Contextualização do estudo

Participaram desse estudo 23 alunos de uma classe de um *Curso Técnico em Radiologia*, na cidade de Piracicaba (SP), sendo que esses possuíam nível de escolaridade de ensino médio, e cursavam o 3º módulo (último semestre) do citado curso. A idade variou entre 19 a 46 anos (média de

23), sendo 13 indivíduos do sexo feminino e 10 do sexo masculino.

Os indivíduos componentes da amostra possuíam um conhecimento prévio, desenvolvido em aula teórica, sobre processamento radiográfico (4 horas/aula) ministrado no semestre anterior ao cursado na ocasião da pesquisa. Diante desse panorama, o presente estudo objetiva investigar se os estudantes utilizam os conhecimentos químicos subjacentes ao processamento radiográfico, na interpretação das etapas desse processamento.

Inicialmente, aplicou-se aos alunos, um questionário composto por 04 perguntas (tabela 1) relacionadas ao assunto a ser pesquisado (influência da temperatura no tempo de revelação de uma radiografia). Os alunos foram orientados a responderem de maneira sucinta, individualmente as questões, baseados apenas no conhecimento teórico previamente adquirido. Esse questionário foi então recolhido.

Tabela 1. Questionário base aplicado na pesquisa

Perguntas:
1) O que você entende por Processamento radiográfico e quais são suas etapas?
2) Quais são as variáveis que influenciam no tempo de processamento?
3) O que você acha que aconteceria com o tempo de processamento caso este fosse realizado em um clima muito frio? E num clima muito quente?
4) Em relação à questão anterior, explique porque isso ocorre.

Após essa etapa, e transcorrida uma semana, foi desenvolvida uma aula prática, com duração de duas horas, organizada da seguinte forma:

- a) Em sala de aula, foram apresentados os materiais a serem utilizados:
 - Câmara portátil de processamento radiográfico (figura 1) ;
 - filmes radiográficos intrabucais previamente sensibilizados pela

técnica radiográfica odontológica periapical (que possibilita visualizar dentes e tecidos de suporte dos mesmos) feita de um *phanton* (modelo) de mandíbula seca (figura 2);

- Soluções de processamento radiográfico, revelador e fixador, (figura 3), sendo três recipientes diferentes com solução reveladora: um contendo solução à temperatura ambiente (22°C), um solução resfriada a 16°C e outro com solução reveladora a 30°C.



Figura 1. Câmara Portátil de Processamento radiográfico.



Figura 2. Phantom (modelo) de mandíbula macerada da qual foram obtidas as radiografias.



Figura 3. Soluções de processamento radiográfico (revelador e fixador) utilizadas.

- b) Primeiramente, foi executado o processamento da primeira radiografia, com a solução reveladora à temperatura ambiente (22°C), aferida por um termômetro, seguindo-se o tempo recomendado pela tabela que relaciona a temperatura da solução reveladora ao tempo de imersão da radiografia na mesma (tabela 2), que foi de 4 minutos. Após o término de todo o processamento da radiografia, os alunos observaram o resultado da imagem radiográfica da mesma em um aparelho específico para tal (negatoscópio).

Tabela 2. Tempos de revelação relacionados com as respectivas temperaturas da solução reveladora

Temperatura da Solução	Tempo de banho no
------------------------	-------------------

(°C)	revelador (minutos)
16	8
18	6
20	5
22	4
25	3
27	2,5

* Fonte: Freitas, A.; Rosa, J. E.; Souza, I. F. Radiologia Odontológica. 5ª Ed. Artes Médicas. 2000.

- c) Logo em seguida, realizou-se o processamento da segunda radiografia, com o mesmo tempo de imersão na solução reveladora que a primeira (4 minutos), porém, utilizando-se a solução reveladora a 30°C (previamente aquecida). O resultado radiográfico foi observado pelos alunos.
- d) Finalmente, foi realizado o processamento radiográfico de uma terceira radiografia, com o mesmo tempo de imersão na solução reveladora que as demais (4 minutos), mas para tal, utilizou-se a solução a 16°C, previamente resfriada. O resultado foi então observado de maneira similar.
- e) Os três diferentes resultados radiográficos foram analisados em conjunto no pelos alunos. (figura 4).

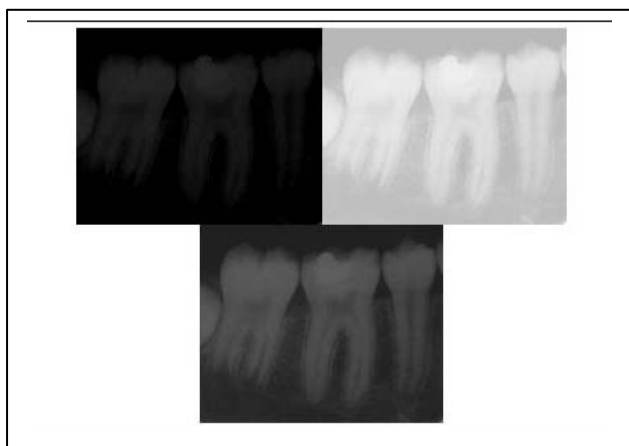


Figura 4. Resultados radiográficos obtidos com soluções reveladoras a 30°C, 16°C e 22°C, respectivamente.

Transcorrido um período de sete dias, após a aula prática de processamento, o questionário inicial foi devolvido aos alunos. Solicitou-se que, com o conhecimento adquirido após a aula prática, bem como as discussões desenvolvidas durante a mesma, analisassem as respostas dadas e, propusessem uma das alternativas: modificaria e/ou completaria a resposta inicial, responderia algo não conhecido no primeiro momento ou não alteraria a resposta por estar correta.

Resultados e Discussão

As quatro questões abordadas (O que você entende por Processamento radiográfico e quais são suas etapas?(Q1); Quais são as variáveis que influenciam no tempo de processamento?(Q2); O que você acha que aconteceria com o tempo de processamento caso este fosse realizado em um clima muito frio? E num clima muito quente?(Q3); Em relação à questão anterior, explique porque isso ocorre (Q4).) objetivavam verificar se os alunos tinham a compreensão adequada do tema a ser tratado, visto que já haviam trabalhado com o mesmo no semestre anterior (1ª e 2ª questões), bem como verificar se conseguiam relacionar o conhecimento químico trabalhado no Ensino Médio, com o assunto proposto. As questões 3 e 4 objetivavam, de forma direcionada, detectar se os alunos conseguiam tratar o tema proposto, através de conceitos adquiridos no estudo de cinética química, conteúdo previsto para ser abordado dentro da disciplina de Química. Dessa forma, considerando-se que no estudo da velocidade das reações químicas, um dos fatores abordados é a temperatura e, diante da condição apresentada pela questão (clima quente/clima frio), esperava-se que relacionassem temperatura com a reação básica ocorrida no processamento.

Para a primeira questão proposta, os resultados são indicados na tabela 3.

Tabela 3. Questão 1 – O que você entende sobre processamento radiográfico e quais são as suas etapas ?

Situação aferida nas respostas	Número de alunos
Não responderam	03
Responderam parcialmente	03
Responderam de forma incorreta	04
Responderam corretamente	13

Em relação à segunda questão, foram obtidos os dados indicados na tabela 4.

Tabela 4. Questão 2 – Quais são as variáveis que influem no tempo de processamento ?

Situação aferida nas respostas	Número de alunos
Não responderam	12
Responderam parcialmente	05
Responderam de forma incorreta	02
Responderam corretamente	04
Indicaram a temperatura como um dos fatores	05

Considerando os dados apresentados a respeito do questionário inicial, nota-se que parte dos alunos lembrava o que é o processamento radiográfico e como ele é realizado (questão 1). As respostas analisadas indicam a realização do processo detalhado de maneira técnica. Na segunda questão, poucos indicaram quais os fatores que podem influenciar nesse processamento.

O tema das duas questões já havia sido tratado no semestre anterior do curso. O objetivo

central da pesquisa, nesse momento, era o de verificar se na segunda questão, os alunos apontavam a temperatura como um dos fatores. Detectou-se, sob esse aspecto, que apenas cinco alunos o fizeram. O processamento radiográfico é abordado com os alunos, muitas vezes, como relação de fatos memorizados, sem relacioná-los com a influência da temperatura na reação. Para a questão 3, as respostas são indicadas na tabela 5.

Tabela 5. Questão 3 – O que você acha que aconteceria com o tempo de processamento caso esse fosse realizado em um clima frio ou em clima quente ?

Situação aferida nas respostas	Número de alunos
Não responderam	05
Responderam parcialmente	07
Responderam de forma incorreta	06
Responderam corretamente	05

Na questão 4, as respostas sinalizaram o contido na tabela 6.

Tabela 6. Questão 4 – Em relação à questão anterior, explique porque isso ocorre.

Situação aferida nas respostas	Número de alunos
Não responderam	08
Responderam parcialmente	04
Responderam de forma incorreta	11
Responderam corretamente	01

As questões 3 e 4 poderiam suscitar a percepção dos alunos sobre a temperatura, fator a

ser relacionado na questão 2, e como sua variação influenciava no desenvolvimento da reação envolvida no processamento radiográfico. Pela análise das respostas dessas questões citadas, detectou-se que os alunos não relacionavam o conhecimento trabalhado em Química com a prática profissional na qual estarão inseridos. A aula teórica desenvolvida anteriormente, pode não ter focalizado o aspecto químico envolvido, restringindo-se a descrever os procedimentos a serem adotados pelos alunos quando estivessem frente à situação que encontrariam na prática profissional.

Com base nas concepções prévias dos alunos, propusemos a atividade experimental para o estudo do fenômeno. Transcorridos sete dias da atividade prática, relacionadas com o estudo em questão, os alunos receberam suas anotações primárias, através do questionário prévio, reavaliando suas concepções iniciais e, puderam ressignificar os conceitos envolvidos.

A tabela a seguir (tabela 7), traduz as respostas dos alunos, comparando-se as concepções prévias e as descrições oferecidas às questões, após a atividade experimental. Para cada questão, as análises desenvolvidas e relatadas, em resultados exatos do número de alunos, foram:

1- Questão respondida corretamente: quando o aluno já havia, no questionário prévio, indicado a situação verdadeira para a questão proposta e, portanto, não propôs modificação em sua idéia inicial;

2- Não respondida e respondida corretamente: quando o aluno havia deixado a questão sem resposta no questionário aplicado inicialmente e, após a atividade, apresentou uma resposta correta.

3- Respondida errada e alterada para certa: caso em que o aluno havia formulado uma resposta inicialmente para a questão, mas de forma incorreta.

Após a atividade experimental, apontou que modificaria sua resposta e, o fez para correta.

4- Respondida errada e mantida errada: o aluno respondeu inicialmente errado a questão e, na nova oportunidade de análise, continuou apresentando uma proposta incorreta.

5- Não respondida e respondeu errado: quando o aluno havia deixado em branco a resposta inicial e, não conseguiu formular uma resposta correta após a atividade.

Tabela 7. Análise das descrições dos alunos no questionário prévio e na nova avaliação das questões iniciais

Questões/ Respostas	Q1	Q2	Q3	Q4
Respondida correta	11	5	3	1
Não respondida e respondida correta	1	10	5	6
Respondida errada e alterada para correta	3	2	6	7
Respondida errada e mantida errada	2	0	3	2
Não respondida e respondeu errado	-	-	-	1

Seis alunos, dos presentes na aula em que foi aplicado o questionário inicial, não compareceram à aula onde as questões foram reavaliadas pelos alunos. Desses seis alunos, para a primeira questão, 4 responderam certo e 2 não responderam; para a segunda questão, 2 responderam corretamente, 2 responderam errado e 2 não responderam; na terceira

questão, 2 responderam corretamente, 2 responderam errado e 2 não responderam; na quarta questão, 1 respondeu correto, 3 responderam errado e 2 não responderam.

Percebe-se claramente, pelos dados apontados na tabela anterior, que a atividade experimental tornou-se decisiva para os estudantes. Como aponta Giordan (1999), a experimentação mantém o aluno comprometido com a aprendizagem, visto que os erros e acertos que se sucedem dentro da atividade, tornam-se uma estratégia para a resolução dos problemas nos quais ele participa. A discussão desenvolvida no contexto da experimentação também influencia a forma como o estudante vai estruturar suas idéias a respeito do tema trabalhado.

A questão 4 (em relação à questão anterior, explique porque isso ocorre – referindo-se às temperaturas maior e menor da questão 3) destaca a relação do conhecimento químico e sua interação para a compreensão de novos conceitos, como o conceito de temperatura que sustenta a interpretação do fenômeno estudado. As respostas de três alunos (com nomes fictícios) sobre a questão 4, ilustram essa interação:

Aluno Roberto- No questionário prévio respondeu : *“No calor os componentes do filme ficam mais sensíveis aos químicos (revelador e fixador)”*. Na reavaliação explicou: *“No calor as moléculas* ficam mais aceleradas e no frio ficam mais lentas, ou seja, a reação é alterada”*.

Aluna Marta- No questionário inicial, indicou: *“porque cada tanque terá que ter um termômetro dentro para manter a sua temperatura adequada”*. Após a aula experimental, respondeu: *“É que quando o clima está frio as moléculas ficam mais paradas e demora mais, e quando o clima está quente, elas ficam agitadas e o tempo de processamento diminui”*.

Aluno Francisco- Inicialmente respondeu *‘hã me recordo’*. Na reavaliação das respostas, destacou: *“Porque quando a revelação está no quente, as moléculas ficam mais agitadas e a reação rápida. Quando a revelação está no clima frio, as moléculas ficam mais lentas, sendo assim o filme fica mais claro”*.

Os alunos explicam, com suas palavras, a influência da temperatura na velocidade da reação. Percebe-se que, conseguem estabelecer um parâmetro a respeito das duas situações: temperatura maior/menor e velocidade maior/menor. Nota-se que, na reescrita da explicação da questão, os alunos se expressaram utilizando termos ligados ao ensino de Química, numa linguagem conceitual mais complexa em relação à inicial. Elaboraram, também, explicações relacionando a temperatura com o resultado final do processamento (*o filme fica mais claro*). Os conceitos (moléculas, reação, agitação) apontados nessa fase são decorrentes da transposição de conhecimento vivenciados por eles.

Conclusões

A presente pesquisa constatou que, o conhecimento químico, quando articulado ao estudo de situações para as quais se constitui elemento fundamental, colabora para que os alunos desenvolvam uma aprendizagem mais eficiente. No curso em questão, os alunos já haviam freqüentado o ensino médio e, portanto, já haviam tido contato com o conteúdo de Química. O que foi detectado é que os alunos pesquisados não lançavam mão, em sua maioria, do que foi estudado em Química para solucionar problemas relacionados à sua futura prática profissional.

A contextualização no ensino de Química pôde ser evocada nesse momento, como elemento integrador para que o aluno construa o conhecimento de forma mais próxima a situações do mundo

* grifo nosso

cotidiano e não apenas baseado em fórmulas, nomenclaturas decoradas sem significação e cálculos mecânicos.

Outro fator importante foi relacionado à metodologia didática desenvolvida, considerando:

- a) as primeiras concepções dos alunos;
- b) a integração da atividade experimental e a teórica;
- c) o conjunto das hipóteses iniciais ressignificando as respostas para um nível mais complexo de conhecimento.

Destaca-se também, que um trabalho que integre a Química e outras áreas do conhecimento, dando-lhes um caráter interdisciplinar, pode vir a colaborar na solução de problemas, bem como na elaboração de projetos que tenham pontos em comum. Dessa forma, o conhecimento do aluno não fica fragmentado e ele terá maiores possibilidades de aplicá-lo em situações do seu cotidiano, de sua comunidade e de seu trabalho.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **PCN+ Ensino Médio** - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 3ª edição. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: história, teoria e pesquisa. 11ª edição. Campinas: Papirus Editora, 2003.

FREITAS, A.; ROSA, J. E.; SOUZA, I. F. **Radiologia Odontológica**. 5ª edição. São Paulo: Artes Médicas, 2000.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. In: **Química Nova na Escola**. SBQ, Nº 10, p.43-49, nov. 1999.

MENEZES, L. C. A Ciência como Linguagem – Prioridades no Currículo do Ensino Médio. In: **O Currículo na Escola Média: Desafios e Perspectivas**. São Paulo. CENP/SEE. 2004.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e Interdisciplinaridade**: o currículo integrado. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTOS, W. L. P., SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. 3ª edição. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.