

O USO DE VISUALIZAÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS: A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

THE USAGE OF VISUALIZATION IN NATURAL SCIENCE EDUCATION: IN-SERVICE TEACHER EDUCATION

Celeste Rodrigues Ferreira¹, Monica Luisa Baptista², Agnaldo Arroio¹

¹Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo

Av. da Universidade, 308, cidade universitária - São Paulo - Brasil

²Instituto de Educação - Universidade de Lisboa,

Alameda da Universidade, Cidade Universitária, Lisboa – Portugal

agnaldoarroio@yahoo.com

Resumo

O uso de visualizações tem-se tornado popular na educação em ciências. Professores de vários níveis de ensino procuram atualmente introduzir estas ferramentas de uma forma quase sistemática no ensino. Este estudo é uma pesquisa qualitativa que visa investigar como professores em serviço (n=14) envolvidos num curso de formação continuada de 40h, compreendem a natureza e o papel destas ferramentas no ensino de ciências e, qual o impacto desta formação. No início foi aplicado um questionário para identificar algumas concepções prévias dos professores acerca destes recursos, foram analisados os planejamentos das sequências didáticas e o registo audiovisual das apresentações realizadas durante o curso, assim como, a entrevista realizada com cada grupo de professores. Como resultado mais importante destacamos que a discussão no curso contribuiu para um desenvolvimento do conhecimento nesta área, nomeadamente, no impacto da linguagem visual na aprendizagem e no conceito de modelo em ciências.

Palavras chave: ensino de ciências; formação de professores; visualização.

Abstract

The use of visualizations has become very popular in science education. Teachers of several teaching degrees try to introduce these tools in a great majority of the time. This research aimed to investigate how in-service teachers (n=14) enrolled in a teachers' training course of 40h, understand the nature and the role of these tools in science teaching and, the impact of this training. In the beginning it was applied a questionnaire to identify some previous conceptions on this issue and latter it was analyzed the teaching learning sequences made by them and the audiovisual record of their oral communications to the class. It was also analyzed the semi-

structured interview with these teachers' groups. As main result we highlight a development of the knowledge about these tools, especially on the impact of the visual language on apprenticeship and the notion of science model.

Key words: science teaching; teachers' education; visualization.

Introdução

O desenvolvimento acelerado da computação e das tecnologias de informação têm construído e permitido o acesso dos professores a diversos tipos de recursos visuais (imagens estáticas 2d e 3d, simulações, animações, vídeos, softwares de modelagem molecular), que têm alterado a dinâmica da sala de aula. O uso de visualizações na ciência e no ensino de ciências tem ganhado uma relevância prática e teórica ao longo da última década. Atualmente encontramos na literatura um conjunto de pesquisas na área que tenta dar resposta a algumas questões que emergem devido à introdução cada vez mais sistemática e irreversível destes recursos no processo de ensino/aprendizagem. Por que usar visualizações? De que forma o seu uso influencia a aprendizagem dos alunos? Como introduzir estas ferramentas visuais na sala de aula? Que formação devem ter os professores para utilizarem adequadamente estas ferramentas no processo de ensino/aprendizagem? Que habilidades espaciais os alunos devem possuir para poderem usar estas ferramentas visuais? Como avaliar o impacto destas ferramentas? Estas são algumas das questões que encontramos com frequência na literatura (GILBERT, 2007; REINER, 2008). Neste estudo tentamos trazer algumas contribuições (tipos de referenciais teóricos e características destes recursos) para a formação que os professores poderiam ter para utilizarem adequadamente estas ferramentas no processo de ensino/aprendizagem em ciências e mais especificamente na Química, porque se o impacto na aprendizagem é maior, devido à grande influência na construção de modelos mentais, também o risco de introduzir concepções erradas aumenta se a escolha não for adequada. Para vários autores (WU, KRAJCIK; SOLOWAY, 2001; FERK et al, 2003; KOZMA; RUSSEL, 2007), a visualização ocupa um papel central na aprendizagem, especialmente na Química, de modo a que, os alunos consigam navegar entre os vários *níveis* de representação (JOHNSTONE, 1993). No entanto, encontramos, igualmente na literatura, referências da área da psicologia cognitiva (RAPP, 2007; BRIGGS; BODNER, 2007) relativas ao impacto bastante negativo que pode ter o uso impróprio destes recursos na aprendizagem. Para os autores desta área, o uso destes recursos visuais contribuirá fortemente para construção de modelos mentais dos princípios científicos por parte dos alunos e a manifestação de um raciocínio baseado em modelos, por isso, a construção de um modelo mental distorcido pode ter um impacto no raciocínio muito para além do que alguém possa imaginar. No caso da Química, a aprendizagem é um processo sequencial, os alunos precisariam construir modelos básicos antes de partirem para modelos complexos, por exemplo, um aluno precisa construir primeiro um modelo da natureza particulada da matéria, por forma, para poder construir um modelo mais complexo da pressão de um gás ou de uma dissolução. Daqui facilmente se pode concluir sobre a responsabilidade que o professor tem na escolha destes recursos e na forma como os introduz na sala de aula. Nesta pesquisa, destacamos o fato de o uso destas ferramentas não ser algo natural ou intuitivo, necessitando, por isso, os professores de uma formação inicial e continuada que lhes permita usar de uma forma eficaz estes recursos na sala de aula. Do nosso ponto de vista, uma formação adequada passará por embasamento teórico dos professores nas teorias de aprendizagem que dão suporte ao uso destes recursos na sala de aula, e por um conhecimento técnico na área da informática que lhes permita o uso dos equipamentos e softwares em que estes

recursos visuais estão atualmente embutidos. Consideramos também indispensável para uma adequada utilização destes recursos, que os professores apresentem uma clara noção sobre o conceito de modelo em ciência, uma vez que uma elevada maioria destes recursos visuais contém diversos modelos científicos. Se o professor não apresentar a necessária compreensão acerca da natureza e do papel dos modelos na ciência e no ensino de ciências, provavelmente este não será capaz de os incorporar adequadamente no ensino o que fará com que o uso destes recursos seja prejudicial ao aprendizado. De acordo com Ponte (1994), as concepções destes professores acerca deste tema, serão construtos organizados que desempenham um papel importante no pensamento e na ação, por isso, irão provavelmente enquadrar a forma como estes serão usados na sala de aula. Por este motivo, neste trabalho, procuramos identificar as concepções prévias de professores em serviço, sobre o uso de modelos e visualizações e o seu papel na elaboração conceitual, dando ênfase à noção de modelo, e avaliar o impacto de um curso de formação continuada onde foram discutidas as teorias de aprendizagem que dão suporte ao uso destes recursos.

Teorias da aprendizagem

Atualmente o uso de visualizações no ensino pode ser suportado por duas correntes distintas, a teoria sociocultural e as teorias da psicologia cognitiva. Ambas trazem contribuições importantes para o uso destes recursos, no entanto, o seu uso não é concensual, para alguns autores (KOZMA; RUSSELL, 2005) estas serão complementares, para outros autores (GREENO, 1998; ROTH, 2001) o foco na aprendizagem estará nas práticas sociais desenvolvidas durante a aula e para outros autores (MAYER, 2001, SCHNOTZ; BANNERT, 2003; WU; SHAH, 2004) o foco na aprendizagem estará na arquitetura cognitiva individual de cada aluno e por consequência no design destes recursos. De acordo com a teoria sociocultural de Lev Vygotsky toda a aprendizagem é necessariamente mediada por instrumentos, por ferramentas psicológicas (signos) e pelo outro (professor, colegas etc.), sendo assim, as visualizações são, então, vistas como uma ferramentas de mediação semiótica, em que sistemas de signos são constantemente utilizados para mediar processos sociais e o pensamento. Para Vygotsky, a linguagem verbal é a ferramenta mestre que media a aprendizagem de todas as outras ferramentas, ocupando a linguagem visual um papel igualmente importante quer em processos de comunicação quer na elaboração conceitual, ou seja, na construção de conhecimento. Na área da psicologia cognitiva, três teorias têm obtido grande ressonância na comunidade de pesquisa desta área: a Teoria da Codificação Dual de Allan Paivio (1986), a Teoria da Carga Cognitiva de John Sweller (2003) e a Teoria Cognitiva de Aprendizagem por Multimídia (MAYER, 2001). Durante os últimos anos, muitos dos softwares e metodologias propostas no campo do ensino de ciências através do uso de ferramentas visuais têm sido inspiradas nestas teorias e no conhecimento atual sobre a arquitetura cognitiva. A Teoria da Codificação Dual, desenvolvida por Allan Paivio, propõe a existência de dois sistemas cognitivos, um especializado na representação e processamento da linguagem não verbal tal como objetos, imagens e eventos, que se designa por informação visual, e outro especializado na representação e processamento da linguagem verbal, que se designa por informação verbal e que inclui palavras ou textos impressos ou falados. A Teoria da Carga Cognitiva de John Sweller, baseia-se no fato de o sistema cognitivo humano somente conseguir processar um número limitado de informações, uma vez excedidos esses limites, o raciocínio e a aprendizagem ficam abaixo do desempenho esperado. A Teoria Cognitiva de Aprendizagem por Multimídia, proposta por Richard Mayer e seus colaboradores, assenta em três pressupostos: existência do canal dual (dual-channel), remetendo-nos para a Teoria da Codificação Dual de Allan Paivio; limitação de cada canal para processar informação, isto é, *capacidade limitada de*

processamento, remetendo-nos para a Teoria da Carga Cognitiva de John Sweller e, por último, o pressuposto que temos de nos envolver *ativamente* num processamento cognitivo para construirmos um modelo mental coerente, ou seja, prestar atenção, organizar a nova informação e integrá-la no conhecimento existente, ativando o conhecimento na memória de longo prazo e trazendo-o para a memória de trabalho. Para este autor, o sistema de processamento de informação inclui a memória sensorial, a memória de trabalho e a memória a longo prazo. Como se pode ver por esta exposição teórica o uso deste tipo de recursos requer por parte do professor um conhecimento destas teorias que devem ser objeto de discussão nos cursos de formação continuada e se possível nos cursos de formação inicial.

Metodologia

Instrumentos de coleta de dados

Esta pesquisa está estruturada no referencial metodológico de pesquisa qualitativa, sendo assim, com o objetivo de identificar as concepções de professores em serviço (n=14), sobre o uso de modelos e visualizações e o seu papel na elaboração conceitual, foi aplicado um questionário com duas partes; a primeira parte continha 18 questões de resposta aberta e uma segunda parte acerca da noção de modelo científico, que continha 7 questões sobre 7 aspetos distintos da noção de modelo. Para cada questão existiam várias opções de resposta fechada (3 a 4 categorias), que os professores deveriam escolher qual ou quais as que lhe pareciam corretas. Os 7 aspectos distintos da noção de modelo e as categorias foram traduzidas e adaptadas a partir do trabalho de Justi e Gilbert (2003). Foi feita igualmente uma análise das aulas do curso de difusão aplicado a esses professores em formação continuada, assim como dos respectivos planos de aula elaborados pelos professores. No final do curso foi realizada uma entrevista semi-estruturada com cada grupo de professores que participou do curso de formação, oferecido a professores da rede na USP, com o objetivo de identificar o impacto do curso neste tema. A escolha deste referencial, de acordo com Ludke e André (1986), tem algumas características específicas, o ambiente natural como fonte direta dos dados no caso, o professor em formação continuada. Fizemos uso da entrevista, de acordo com Bogdan e Biklen (1994), que a consideram o melhor instrumento de abordagem para o estudo de pessoas que partilham uma característica particular. Aquilo que partilham entre si revelar-se-á mais claramente quando cada um puder falar de suas perspectivas, mais do que quando observado em suas atividades.

Amostra

Este estudo foi realizado com 14 professores de ciências do ensino médio da rede pública de São Paulo. Na Tabela 1, encontra-se uma caracterização geral dos professores em termos de curso de graduação, tempo de serviço total e disciplinas lecionadas atualmente. Neste trabalho os professores foram identificados por um código (P1, P2, etc.)

Tabela 1 – Caracterização geral dos professores

Professor	Curso de Graduação	Disciplina(s)	Tempo total de serviço (anos)
P1	Bacharelado em Química	Química	4
P2	Biologia	Ciências e Biologia	4
P3	Licenciatura em Química	Química/Física e Matemática	3

P4	Química Industrial/Lic. Química	Química e Ciências	20
P5	Química	Química e Ciências	18
P6	Ciências biológicas	Ciências	7
P7	Licenciatura Química/Licenciatura Física	Química e Física	16

Professor	Curso de Graduação	Disciplina(s)	Tempo total de serviço (anos)
P8	Ciências biológicas	Ciências	6
P9	Licenciatura plena em Química/Lic.em Pedagogia	Química/Física e Matemática	5
P10	Licenciatura plena em Química/Lic.em Pedagogia	Química	10
P11	Licenciatura em Química	Química	3
P12	Química	Química	8
P13	Ciências Biológicas	Ciências/Biologia	8
P14	Química Industrial/Licenciatura Química	Química	12

Como se pode ver pela Tabela 1 a maioria dos professores tem formação em Química e leciona esta disciplina, existindo apenas 4 professores com formação na área da Biologia, lecionando estes Biologia e/ou Ciências no ensino Fundamental. Este fato deve-se ao tema do curso que era preferencialmente para professores de Química do ensino médio, como veremos no ponto seguinte. Destes dados salientamos, igualmente, que a maioria dos professores tem 10 anos de serviço ou menos.

Curso de formação continuada

O curso de formação com o título “O uso de recursos multimídia para estudar conteúdos de Química do Ensino Médio”, teve a duração de 40h e distribuiu-se por 10 sessões de 4h. O objetivo principal do curso foi dotar os professores de um embasamento teórico dentro referências mencionadas na introdução. Os tópicos abordados foram:

- Uso de modelos e visualizações no ensino e aprendizagem de ciências;
- Teoria sociocultural de Vygotsky, Teoria da Codificação Dual de Allan Paivio (1986), Teoria da Carga Cognitiva de John Sweller (2003) e a Teoria Cognitiva de Aprendizagem por Multimídia (MAYER, 2001);
- Características de algumas ferramentas visuais (modelos concretos, imagens 2D e 3D, animações, simulações e softwares de modelagem molecular).

Durante a participação do curso, os professores foram convidados a elaborar uma sequência didática para lecionar conteúdos de Química/Ciências apoiados por ferramentas visuais e preparar uma apresentação para toda a turma. Foi realizada uma análise de conteúdo qualitativa com a criação de um conjunto de dimensões correspondentes às questões de pesquisa.

Resultados

Em relação ao questionário prévio que continha duas partes, a primeira com 18 questões de resposta aberta e uma segunda parte com 7 questões de resposta fechada, cujo objetivo era identificar as concepções gerais destes professores sobre o uso de visualizações no ensino de

ciências, contribuição do curso de formação inicial para este tema, tipo de literatura/autores conhecidos nesta área, condições/apoio das instituições educacionais (escolas, secretaria de educação) para o uso destes recursos. Na Tabela 2 apresentamos o subconjunto de dimensões de análise que emergem da primeira parte deste questionário, relacionadas com a questão de pesquisa deste trabalho: Quais as concepções prévias destes professores sobre o tema visualização e seu papel na elaboração conceitual?

Tabela 2- Dimensões e subdimensões da 1ª parte do questionário

Questão de Estudo	Dimensões	Subdimensões
Concepções prévias sobre o tema visualização e seu papel na elaboração conceitual	Frequência de uso visualizações	
	Tipo de visualizações mais usadas	
	Conteúdo(s) de Ciência onde as visualizações são mais usadas	
	Receptividade/interesse dos alunos ao uso de visualizações	
	Motivo(s) para o uso de visualizações	
	Critério(s) para a escolha de visualizações	
	Conceitos teóricos	Visualização Imagem

Observando as respostas ao questionário prévio verificamos que 7 professores introduzem frequentemente estes recursos em sala de sala, um professor refere que usa muito frequentemente, 4 referem que usam raramente estes recursos e 2 professores referem que nunca usam este tipo de recursos. Em relação ao tipo de visualizações mais usadas, a maioria dos professores menciona imagens estáticas e modelos concretos, no entanto, alguns acrescentam o vídeo e um número mais reduzido (apenas 3) referem o uso de animações e simulações. Os conteúdos onde estes recursos são mais usados na Química são: modelos atômicos, soluções, tabela periódica, termoquímica, transformações, orgânica, ligações químicas, separação de misturas. Nas Ciências mencionam: no estudo dos seres vivos, estudo do corpo humano e na introdução à astronomia. Três professores mencionam o uso destes recursos em todos os conteúdos da proposta curricular. Na dimensão “Receptividade/interesse dos alunos ao uso de visualizações”, todos os professores que responderam a esta questão mencionam um interesse dos alunos neste tipo de recursos. Em relação aos motivo(s) para o uso de visualizações, a maioria dos professores relata que é principalmente para “*facilitar o entendimento dos conteúdos*” ou “*melhorar a compreensão do aluno em relação ao tema*”, mas alguns professores também mencionam que é para “*tornar a aula mais atrativa*”, “*despertar o interesse*” ou “*tornar o abstrato mais palpável*”, um professor relata que é para substituir o laboratório e, para dois professores, o seu uso serve para dotar os alunos de “*visão espacial*”, e ainda, a necessidade de trabalhar diferentes linguagens. No(s) critério(s) para a escolha de visualizações, a resposta mais comum é o de estarem relacionadas com o conteúdo a estudar, no entanto, alguns professores também mencionam a idade dos alunos e tempo de duração como fatores que influenciam a escolha destes recursos. Um professor diz que a escolha é feita de acordo com o contexto dos alunos e com o grau de desenvolvimento

cognitivo dos alunos, outro professor menciona o grau de complexidade do recurso, e ainda, temos uma referência que a escolha é feita de acordo com os materiais disponíveis. Em relação aos conceitos teóricos, no termo visualização, as respostas são bastantes heterogêneas, para alguns professores o termo visualização está relacionado à capacidade de interpretar uma imagem, “efeito de ver, observar” ou “capacidade de elaborar mentalmente de forma abstrata um modelo ou uma imagem”, para outros é o recurso visual, ou seja, “o que se vê”, “imagens com ou sem animações”. Quando foi perguntado aos professores “O que é para você uma imagem?”, metade dos professores indicou sinônimos: figura, ilustração, desenho, fotografias e esquemas, os restantes apresentaram respostas bastantes diversas, como por exemplo: “um estímulo à reflexão” ou “representação gráfica de objetos/pessoas”, “recurso visual que nos permite ter idéias sobre um determinado assunto”, ou ainda, “algo que você possa visualizar”.

Em relação à segunda parte do questionário apresentamos na Tabela 3 as respostas obtidas para as sete questões relacionadas com a noção de modelo. Para cada aspecto da noção de modelo (natureza, uso, entidades, existência única, estabilidade, validade e predição) os professores tinham à sua disposição várias opções de resposta (JUSTI; GILBERT, 2003). Na Tabela 3 apresentamos os aspectos, as respectivas categorias e as opções dos professores.

Tabela 3 – Opções dos professores por aspectos e categorias da noção de modelo

Aspecto	Categoria	Opções dos professores por aspecto e categoria
Natureza		
Um modelo é:	a) Reprodução de algo.	P3;P7;P11
	b) Representação parcial de algo.	P1;P2;P3;P4;P6;P8;P9;P10;P12;P13
	c) Representação total de algo.	P14
	d) Imagem mental.	P2;P5;P6;P13
Uso		
Um modelo serve como:	a) Padrão ou referência a ser seguido.	P3;P6
	b) Visualização, permitindo a uma pessoa “ver” um fenômeno.	P6;P7
	c) Forma de suportar a criatividade, imaginar novos contextos e a criação de novas idéias.	P2;P4;P5;P8
	d) Forma de compreender ou explicar algo.	P1;P2;P4;P6;P7;P8;P9;P10;P11;P12;P13;P14
Entidades		
As entidades que constituem um modelo são:	a) Objetos	P3;P6;P7;P11;P12;P13;P14
	b) Eventos	P7;P13
	c) Processos	P2;P4;P6;P7;P13
	d) Idéias	P1;P2;P4;P5;P6;P8;P9;P10;P11;P13
Existência única		
Um dado modelo é:	a) O único “correto” para um fenômeno em particular	P14
	b) Um modelo de entre os possíveis para um fenômeno em particular	P1;P3;P6;P11;P13
	c) Um modelo de entre os possíveis dentro de uma sequência histórica	P2;P4;P5;P7;P8;P9;P10;P12;P13
Estabilidade		
Um modelo ao longo do tempo:	a) Não pode ser alterado	
	b) Pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua natureza	P5;P6;P13

	c) Pode ser alterado quando surgirem problemas com o seu uso	P3;P7;P13
Aspeto	Categoria	Opções dos professores por aspeto e categoria
	d) Pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua função explicativa	P1;P2;P4;P6;P7;P8;P9;P10;P11;P12;P13;P14
Validade		
A validade de um modelo científico é dada por:	a) A pessoa que o construiu	P13
	b) Um grupo na sociedade	P7;P8;P13
	c) Uma comunidade de cientistas	P1;P2;P3;P4;P5;P6;P7;P9;P10;P11;P12;P13;P14
Predição		
Em termos preditivos:	a) Os modelos não podem ser usados para prever comportamentos ou propriedades	P7
	b) Os modelos podem ou não ser usados para prever comportamentos ou propriedades	P1;P3;P4;P5;P6;P8;P9;P12;P13;P14
	c) Os modelos podem ser usados para prever comportamentos ou propriedades	P2;P10

De acordo com o mencionado na metodologia e de acordo com a segunda questão deste estudo, “Qual o impacto do curso de formação continuada neste tema?”, foram analisadas as propostas de sequências didáticas elaboradas e apresentadas pelos professores em grupo durante o curso, os registos audiovisuais das apresentações em grupo seguidas de uma discussão com o resto da turma, assim como, o registo audiovisual da entrevista semi-estruturada que foi realizada a cada grupo de professores no final do curso. Dado o enorme conjunto de dados obtidos, iremos apenas fazer referência às dimensões mais importantes do questionário prévio que nos interessa em termos de comparação e que nos permitirá analisar o impacto do curso de formação. As dimensões escolhidas foram: motivo(s) para o uso de visualizações, critério(s) para a escolha de visualizações e os conceitos teóricos de modelo, imagem e visualização. Apesar de termos dados de 4 grupos distintos, por limitações de espaço vamos aqui apresentar os resultados de dois grupos. O primeiro grupo de 4 professores apresentou uma proposta de 3 aulas para trabalhar as “Mudanças de estado físico” para a 8ª série e fazem uso de modelos concretos, imagens estáticas, uma animação, uma simulação, uma atividade de modelagem molecular, e ainda, um pequeno jogo virtual interativo. Apresentam um planeamento bem estruturado, recorrem a um referencial teórico da área das TICs (Morais; Paiva, 2007)¹ para embasar teoricamente o uso destes recursos. Referem que devemos “*englobá-los harmoniosamente com os restantes componentes do currículo [...] e não como um apêndice ou recurso periférico.*”. Mencionam que inseriram estes recursos como meios “*mediacionais*”, referem que a animação servirá “*para representar simbolicamente o movimento e a agregação das partículas...*”, e recorrem a uma atividade de modelagem molecular para os alunos terem a “*oportunidade de construção, teste e socialização dos modelos mentais*”. Durante a apresentação reforçam esta noção de uso destes recursos “*vinculados à questão pedagógica*”, “*fazer com que a tecnologia tenha um significado dentro do contexto que a gente colocou para o aluno*”, salientam claramente o uso destes recursos na

¹ MORAIS, C.; PAIVA, J. Simulação Digital e atividades experimentais em Físico-Química. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “ponto de fusão e ponto de ebulição” no 7º ano de escolaridade. **Revista de Ciência da Educação**. n. 03. 2007

perspectiva de construção de conhecimentos, em que o foco se encontra na interação entre os alunos, professores e *“todos estes meios”*, permitindo o uso de diferentes linguagens. Quando questionados pelos colegas durante o debate final, demonstraram terem usado alguns critérios para a seleção de cada um dos recursos, como por exemplo, obter uma diversidade de representações, a complexidade do recurso, os conhecimentos prévios dos alunos evitando o uso de imagens que possam introduzir conceitos errados. Aqui, também é nítido, o uso de modelo como representação e a imagem é vista como um signo, embora na entrevista semi-estruturada demonstrem alguma dificuldade em elaborar uma definição de imagem associando esta a projeção de algo, desenho, foto e a ferramenta de *“verificar conteúdo”* e de *“inserir conteúdo”*, no entanto, no conceito de modelo foram claros, mencionado modelo como forma de representação limitada e parcial de algo, um evento, idéia a partir de uma teoria. Em relação ao termo visualização também foram claros, relacionando o termo visualização à interpretação do fenômeno, *“forma como a gente processa as imagens”*, mas admitindo também visualização como recurso. Mencionam na entrevista que os motivos para usar estes recursos na sala de aula se alterou, referem o uso para construir conhecimento e, nesse sentido, hoje nas suas práticas se interrogam constantemente se aquele recurso faz sentido, se eles (os alunos) estão a gostar porque é *“bonito”*, ou se realmente estes recursos estão a contribuir para o aprendizado dos alunos. Referem que o curso trouxe este questionamento e que estão muito mais criteriosos nas suas escolhas, hoje têm uma maior preocupação em *“não passar nada errado”*, reconhecendo o forte impacto da linguagem visual na aprendizagem.

Apresentamos, também, os mesmos dados para o grupo 4 que elaboraram uma proposta de 4 aulas sobre os conteúdos *“Transformações Químicas e Físicas”* e *“Pontos de fusão e de ebulição”* para o 9º ano do Fund. II ou para o 1º ano do Ensino Médio. Este grupo propõe o uso de um software multimídia produzido pela editora dos livros adotados na escola. Recorrem às teorias da psicologia cognitiva para aprendizagem, referindo que a *“a tecnologia multimídia pode auxiliar a tornar a aprendizagem mais excitante e relevante para os educandos, através da combinação de alguns dos seus recursos, estimulando-os de várias formas”*. Durante a apresentação da sequência didática, referem que se sentem *“quase obrigados”* a utilizar recursos multimídia, uma vez que sentem que hoje é muito difícil competir com os alunos em termos de tecnologia. Referem que na realidade de uma das escolas em que atuam (classe B, alto padrão), têm de ter muito cuidado com a forma que introduzem estes recursos, porque não pode ser só *“bonitinho”*, os alunos já estão habituados a este tipo de recursos. Sentem necessidade de prender a atenção dos alunos, mas sem perder o foco, ou seja, qual é o objetivo principal para utilizar este tipo de recursos. Para este grupo este tem sido o seu maior desafio, têm a noção que os *“sistemas multimídia”* têm várias funções e que o professor precisa de um *“alicerce”* para os poder usar, força de vontade, além de condições nas escolas. Mencionam que têm sempre receio de ao usar estes recursos, que *“aquelas coisas”* que são óbvias para os professores se tornem obstáculos para os alunos e que os levem a construírem erros conceituais graves que depois para *“concertar é muito complicado”*. Referem igualmente, que por vezes estes recursos são muito úteis para substituir experimentos de laboratório, porque poupam tempo e dinheiro, embora, reconheçam que o ideal seria puderem executar a aula experimental, *“mas quando não dá”*, acabam por tapar, assim, algumas lacunas metodológicas. Mencionam, também, que estes recursos podem ser muito úteis para alunos com dificuldades educativas especiais, pois possibilitam que estes alunos consigam interagir na aula conforme as suas dificuldades permitindo a sua inclusão escolar. Acreditam que estes recursos podem trazer para o aluno um olhar diferente para a ciência, e referem que este curso de formação os levou a questionar os motivos e os critérios para o uso e

escolha destes recursos. Na entrevista final quando lhes foi pedido para falarem sobre o conceito de imagem, estes associam agora este conceito a signo, embora demonstrem ainda alguma dificuldade em dar uma definição clara, mas afirmam que a maior mudança se deu no conceito de modelo tomando agora muito cuidado quando utilizam os modelos na sala de aula, deixando claro que os modelos servem para determinadas explicações segundo uma determinada teoria. Em relação ao termo visualização relacionam com a interpretação das imagens e relatam a sua importância na Química para permitir a construção de uma imagem mental, daí a necessidade de utilizar diversas representações para a construção de um modelo mental. Relatam que o embasamento teórico mudou a perspectiva sobre estes recursos, estando agora conscientes que os alunos podem não interpretar as imagens que utilizam nas aulas da mesma forma que os professores interpretam, tendo também o cuidado de tentar sempre perceber o que o aluno construiu a partir de determinada imagem. Atualmente sentem-se muito mais criteriosos nas escolhas das imagens, fazendo hoje uma análise mais profunda das características das imagens, pensando não só nas “cores”, mas também em possíveis erros conceituais que elas possam transmitir e tentam trabalhar isso com o aluno.

Discussão

Analisando agora os resultados da nossa amostra verificamos através do questionário que mais de 50% dos professores da nossa amostra usa estes recursos em sala de aula, com predominância de imagens estáticas e modelos concretos, que são os mais acessíveis e menos complexos de usar em termos tecnológicos. Na Química predomina o uso em conteúdos que necessitam de maior abstração ou onde a tridimensionalidade seja um requisito necessário para a compreensão do conceito, nas Ciências no estudo dos seres vivos. Em relação aos motivos para o uso de visualizações a maioria dos professores refere em consonância com os dados da parte 2 do questionário no *Uso* dos modelos a opção c), ou seja, a função explicativa do modelo ou da imagem, por consequência, esta amostra fazia uso de visualizações para “facilitar o entendimento dos conteúdos” desconsiderando o seu próprio papel na elaboração conceitual. Este fato parece ter-se alterado com o curso, embora seja necessário obter dados das práticas destes professores para se poder confirmar esta hipótese, podemos vislumbrar que a partir da proposta de sequência que elaboraram, da sua apresentação e das respostas que deram na entrevista final, uma mudança na forma como concebem estes recursos e que esperamos que tenham impacto nas formas de uso que derem nas respectivas salas de aula. Ficou bastante nítido nas suas intervenções uma maior preocupação em relação ao uso destas ferramentas, procurando um referencial teórico que lhes ajudasse a dar um sentido para o uso destes recursos para além do seu caráter atrativo, ou seja, procurando em primeiro lugar o seu valor educacional na construção do conhecimento. Este fato reflete-se nos critérios, todos os professores sem exceção declaram estarem muito mais criteriosos na escolha das visualizações, procurando antecipar já nas suas práticas o possível impacto de cada visualização, tendo sempre o cuidado de avaliar posteriormente que significado é que os alunos atribuíram a determinada visualização. Em relação aos conceitos teóricos de imagem, modelo e visualização também foram detetadas algumas mudanças. No questionário prévio em relação ao termo imagem, metade dos professores indicou só sinónimos para definir imagem, durante as aulas do curso e na entrevista podemos constatar um aumento da noção de representação e do seu impacto na aprendizagem, embora por vezes ainda se mostrassem um pouco inseguros e hesitantes na verbalização da definição. Este provavelmente será um conceito que merecesse uma maior discussão durante o curso. Já no conceito de modelo, os professores demonstraram maior segurança quer no uso nas sequências didáticas, quer nas respostas na

entrevista final. Este fato deve-se provavelmente a uma grande ênfase dada a este conceito durante o curso onde foram discutidos, nomeadamente, o seu caráter histórico, sendo considerados simultaneamente produtos e ferramentas da ciência. Da análise geral da tabela 2, podemos afirmar que os conhecimentos prévios acerca da noção de modelo se revelaram complexos e incompletos, no entanto, tentamos encontrar alguns padrões. No aspeto *Natureza*, observamos que a maioria dos professores da amostra considera que um modelo é uma representação parcial de algo, no entanto, nem todas as respostas são coerentes, por exemplo P3 considera que é uma reprodução e uma representação (categorias a) e c)), e só 4 professores associam a modelo mental. Em relação ao *Uso*, e como já referido anteriormente, esta amostra de professores dá uma grande relevância à sua função explicativa, o que constituía um dos grandes motivos de uso deste recursos quase não considerando a função preditiva dos modelos (categoria c)). No aspeto *Entidades*, constatamos um inesperado resultado, uma vez que seria de esperar que a maioria das respostas incidisse na categoria a) objetos e nunca na categoria c) idéias, como se verificou. Para explicarmos estes resultados necessitaríamos de mais dados, no entanto, podemos afirmar que seria de esperar que os professores incluíssem todas as categorias nas suas opções, o que demonstra uma certa fragilidade neste aspeto da noção de modelo. Em relação à *Existência Única*, também obtivemos um resultado não esperado, de acordo, com pesquisas que relatam a ausência da história da ciência no ensino da ciência. Os professores desta amostra optam majoritariamente pela categoria que relaciona os modelos a uma construção histórica da ciência. No aspeto *Estabilidade*, esta amostra em concordância com as respostas anteriores, considera que o modelo deve ser alterado quando existirem problemas na função que eles mais relevam para os modelos, que é a função explicativa. As poucas escolhas nas categorias b) e c), também revelam uma certa fragilidade neste aspeto da noção de modelo. Em relação à *Validade*, a grande maioria dos professores considera que esta deve ser dada por uma comunidade de cientistas, no entanto, ainda se verificam algumas opções pouco consistentes por parte dos professores P7 e P13. No aspeto *Predição*, encontramos bastante insegurança por parte dos professores, a opção majoritária pela categoria b), revela que estes não estão a nosso ver muito conscientes da função preditiva que os modelos podem ter na ciência, em concordância com respostas anteriores, mas aqui também precisaríamos de mais dados para confirmar a nossa hipótese. Em relação ao termo visualização, enquanto que no questionário prévio alguns professores ainda não estavam conscientes da visualização como ato de atribuir significado a algo, ficando apenas no nível do recurso, agora na entrevista final são mais enfáticos relacionando com interpretação de imagens e seu papel na elaboração de modelos mentais.

Conclusões

De acordo com os dados obtidos para esta amostra podemos afirmar que este grupo de professores em geral fazia uso da visualização de uma forma um pouco intuitiva, ou seja, algo que devido a evidências da sua prática, eles percebiam que auxiliava os alunos a compreenderem melhor determinados conceitos. Em alguns casos foi também mencionada alguma pressão externa (dos alunos ou institucional) para introduzirem estas ferramentas. Verificamos através do questionário prévio, algumas fragilidades no embasamento teórico para o uso destes recursos que pensamos que foi atenuado com o curso de formação continuada. As concepções gerais dos professores acerca deste tema mostraram-se pouco satisfatórias (noções incompletas de modelo, imagem e visualização), por isso, a discussão dos referenciais teóricos revelou-se bastante proveitosa, no sentido de dotar o professor de conhecimentos acerca das potencialidades destes recursos e do forte impacto na aprendizagem. Cremos que conseguimos esbater a visão ingênua

de que estes recursos só servem para tornar as aulas mais atrativas permitindo assim aos professores fazerem um uso mais eficaz destes recursos em sala de aula. Consideramos assim, que o impacto deste curso de formação foi bastante positivo, esperando ter contribuído para a formação de profissionais mais reflexivos no uso destes recursos em sala de aula.

Referências

- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994
- BRIGGS M.; BODNER G. A Model of Molecular Visualization. In John K. Gilbert (Ed.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, 2007. pp. 61-72
- FERK, V.; VRTACNIK, M.; BLEJEC, A.; GIRL, A. Pupils' understanding of molecular structure representations. **International Journal of Science Education**, 2003. 25:10, p.1227-1245.
- GILBERT, J.K. Endpiece: Research and development on visualization in science education. In J. K. Gilbert (Ed.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, 2007. pp. 333-335
- GREENO, J. The situativity of knowing, learning and research. **American Psychologist** 1998, 53(1), 5-26
- JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, 1993. 70 (9), p. 701-705
- JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Teachers' views on the nature of models. **International Journal of Science Education**, 2003. 25: 11, p.1369-1386.
- KOZMA, R.; RUSSELL J. Multimedia Learning of Chemistry. In Richard E. Mayer (Ed.) **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**, Cambridge University Press: New York, 2005. pp409-427
- _____. Pupils Becoming Chemists: Developing Representational Competence. In J. K. Gilbert (Ed.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, 2007. p.121-146
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986
- MAYER, R. **Multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, 2001
- PAIVIO, A. **Mental representations: a dual-coding approach**. New York, USA: Oxford Uni Press, 1986
- PONTE, J.P. Mathematics teachers' professional knowledge. In J.P. Ponte; J.F. Matos (Eds.), **Proceedings of the 18th PME International Conference**, 1994. 1, 195-210
- RAPP, D. N. Mental Models: Theoretical issues for visualizations in science education. In J. K. Gilbert (Ed.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, 2007. pp. 43-60
- REINER, M. The Nature and Development of Visualization: A Review of what is known. In J. K. Gilbert, M. Reiner, M. Nakhleh (Eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Holland: Springer, 2008. p. 25-27.
- ROTH, W.-M. Situating cognition. **The Journal of the Learning Sciences**, 2001. 10, 27-61

SCHNOTZ, W.; BANNERT, M. Construction and interference in learning from multiple representation. **Learning and Instruction**, 2003. 13 (2), 141-156

SWELLER, J. **Cognitive Load Theory: A Special Issue of Educational Psychologist**. LEA, Inc. London, 2003. 38 (1)

WU, H.; KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, J. Promoting understanding of chemical representations: pupils' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, 2001. 38 (7), p. 821-842.

WU, H.; SHAH, P. Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning. **Science Education, Inc.**, 2004. 88: p. 465-492.