

## **Aprendizagem multimídia e conteúdos interativos: uma experiência de pesquisa experimental em Mídia-Educação em escolas de Montevideo<sup>1</sup>**

*Fabio Serenelli<sup>2</sup>*

### **Resumo**

Este estudo investiga como o uso de objetos de aprendizagem no modelo 1:1 (um artefato por aluno) em escolas pode representar uma solução de mídia-educação significativa e integrada para melhorar a literacia científica e o engajamento dos alunos em contextos críticos. Em 2010 foi realizada uma pesquisa experimental focada no uso de infográficos, animações e interatividade com objetos de aprendizagem digitais no modelo 1:1, envolvendo cerca de 360 adolescentes em diversas turmas de escolas públicas de Montevideú, Uruguai. Dividiu-se a amostra em 5 grupos e apresentou-se o mesmo conteúdo de 4 maneiras diferentes, modificando o suporte, o ambiente educativo e o formato de instrução de acordo com princípios de Aprendizagem Multimídia de Mayer e os Primeiros Princípios de Instrução de David Merrill. Os resultados obtidos pelos quatro grupos experimentais foram comparados com o desempenho de um grupo de controle que participou de uma aula expositiva ministrada por um professor. A fim de avaliar o impacto das condições experimentais, foram aplicados quatro testes: Retenção, Compreensão, Teste de Resolução de Problemas, e re-Teste de Resolução de Problemas após uma semana. Também foi utilizada uma ferramenta qualitativa e um questionário auto-administrado para verificar 7 parâmetros de Experiência do Usuário. O recorte desse trabalho também inclui um relato pedagógico da pesquisa para melhor contextualizar a metodologia.

**Palavras-Chave:** Design Instrucional; Multimídia Aprendizagem; Pedagogia Experimental.

<sup>1</sup> Texto traduzido por Monica Fantin com revisão do autor.

<sup>2</sup> Pesquisador em Design Instrucional atua no Departamento *Computer Science*, da *University of Reading*, Reading, UK, email [fabio.serenelli@gmail.com](mailto:fabio.serenelli@gmail.com)

## Multimedia learning and interactive content: an experimental research experience in media-education in Montevideo schools

### *Abstract*

This study investigates how the use of learning objects in 1-to-1 Computing schools represents a convenient, integrated media-education solution to improve scientific literacy and students' engagement in critical contexts. In 2010 we conducted an experimental research focused on the use of infographics, animations and interactivity in Learning Object Design. This experiments involved 360 early adolescent students with 1-to-1 computing classes of Montevideo, Uruguay. We divided the sample in 5 groups and presented the same content in 4 ways, modifying support, setting and instructional format according to Mayer's Multimedia Learning Principles and to the First Principles of Instruction by David Merrill. Finally we compared the outcomes achieved by the 4 experimental groups against the performance of a control group that attended a frontal lesson led by a teacher. In order to evaluate the impact of the experimental conditions we administered four tests: Retention, Comprehension, Problem Solving Transfer Test, Delayed Problem Solving Transfer Test (after a week). We also used a qualitative tool, a self-administered questionnaire to measure 7 User Experience metrics. The present work also includes a field research pedagogical report to better frame the methodology.

**Key-Words:** Instructional Design; Multimídia Learning; Experimental

## Aprendizaje multimedia y contenido interactivo: una experiencia de investigación experimental en los medios de comunicación-educación en las escuelas de Montevideo

### *Resumen*

Este estudio investiga cómo el uso de objetos de aprendizaje en el modelo de computación 1:1 en la escuela primaria (un dispositivo por alumno) puede representar una solución conveniente y integrada para mejorar la alfabetización científica y la participación de los estudiantes de contextos críticos. En 2010 se realizó una investigación experimental centrada en el uso eficaz de infografías, animaciones e interactividad para objetos digitales de aprendizaje. Participaron 360 adolescentes de escuelas públicas de Montevideo, Uruguay (12 aulas, modelo 1:1). Dividimos la muestra en 5 grupos y presentamos el mismo contenido didáctico de cuatro maneras diferentes, modificando la configuración del entorno educativo y el formato de instrucción de acuerdo a los principios de Aprendizaje Multimedia de R.E.Mayer y los Primeros Principios de la Instrucción de D. Merrill. Los resultados obtenidos por los cuatro grupos experimentales se compararon con el desempeño de un grupo de control quien asistió a una conferencia interactiva, coordinada por un profesor. Con el fin de evaluar el impacto de las condiciones experimentales se aplicaron cuatro pruebas: test de retención, comprensión, resolución de problemas, solución de problemas después de una semana. También se utilizó una herramienta cualitativa, un cuestionario autoadministrado para medir 7 dimensiones de Experiencia de usuario. Este trabajo también incluye un diario pedagógico de la investigación para contextualizar la metodología.

**Palabras clave:** Diseño Instruccional; Aprendizaje Multimedia; Pedagogía Experimental.

## **Introdução: mídia-educação e conteúdos didáticos multimídias**

A mídia-educação se configura como prática e reflexão sobre o processo de educar com, através e sobre as mídias (FANTIN, 2006). O foco da pesquisa deste campo e disciplina emergente se move essencialmente entre duas polaridades: o domínio das *ciências de educação* e o domínio das *ciências da comunicação*.

A figura profissional do mídia-educador, para suscitar uma visão crítica e consciente do uso das mídias pelos alunos e estimular a produção de conteúdos multimídias de qualidade, deve ser portadora de conhecimentos e competências que dizem respeito a estes dois domínios do saber. Sabemos que o professor que aceita a perspectiva da mídia-educação aceita também dar um “passo atrás”, no sentido de recolocar a própria posição no mapa das relações educativas assumindo um papel menos central – ainda que se mais estratégico – voltado ao desenvolvimento da autonomia dos sujeitos em formação, para os quais se torna uma espécie de consultor dos processos de aprendizagem na sociedade da informação (CASTELLS, 2002).

Para identificar e melhor compreender as características da relação entre mídia-educador e aluno é necessário adotar pelo menos três pontos de vista distintos, que buscarei explicar através de uma metáfora visual. Imaginemos observar o mapa da relação educativa como se fosse um mapa geográfico real. Idealmente, é como se nos encontrássemos num satélite e tivéssemos a possibilidade de nos aproximar cada vez mais do nosso objeto de interesse: o aluno.

Em um primeiro nível, veríamos a esfera mais externa, que representa o *contexto das relações sociais* em que o sujeito em formação está inserido. Neste quadro o aluno não é mais que um nó de uma rede inextricável de pares, em que os fluxos de comunicação são geridos pela, com e através das redes sociais. A tarefa do mídia-educador para este nível é envolver os sujeitos nessas redes e acompanhá-los ativamente fornecendo as competências críticas para administrar relações e informações.

Aumentemos virtualmente o poder de nosso zoom e aproximemos o nosso olhar avançando a um segundo nível de observação: é o microcosmo da escola e da sala de aula, o terreno comum entre professor e aluno em que as relações são mais significativas e intensas, pois ambos atores interagem contidamente. O mídia-educador está consciente que deve saber usar as mídias com critérios, visto que elas são parte integrante da vida extra-escolar dos estudantes de hoje, a que muitos chamam de *nativos digitais* (PRENSKI, 2011, FERRI, 2011) embora outros coloquem esse termo em cheque (BUCKINGHAM, 2008; RIVOLTELLA, 2013).

A nossa perspectiva de observação permanece a mesma, mas descemos um pouco mais e nos aproximamos até enquadrar nossa lente exclusivamente no aluno: no terceiro nível, podemos vê-lo constantemente envolvidos em um esforço hermenêutico para decodificar os estímulos e os conteúdos multimídia propostos pela *network* de que faz parte.

Nesta ótica é oportuno perguntar: quais são os processos que levam o aluno a selecionar e a aprender novas informações que lhe são continuamente propostas? Como integrá-las na própria experiência? Ele é capaz de transformar dados e informações em verdadeiro conhecimento?

Esse nível de observação é o mais fragilmente tratado pela mídia-educação, apesar do fato de que os professores, além de orientarem os estudantes a respeito de uma reflexão sobre o uso das mídias e sugerir uma formação através delas, utilizam cada vez mais os *conteúdos digitais multimídias* como suporte à didática. O mídia-educador é, portanto, responsável pela escolha e utilização das mídias mas também pela seleção de conteúdo a trabalhar no sentido de respeitar as modalidades de aprendizagem dos alunos. Por isso, no ambiente de ensino e no contexto de conhecimentos do mídia-educador não pode faltar uma *teoria cognitiva de aprendizagem multimídia* que inclua os mecanismos de percepção, seleção, codificação e integração de novas informações expressas na forma de multicódigos.

## ***A teoria cognitiva da aprendizagem multimídia***

A emergência da cultura visual no mundo da comunicação e a introdução da interatividade através da web estimulou uma reflexão no âmbito acadêmico no sentido de avaliar a eficácia das apresentações multimídia a partir de um ponto de vista psicopedagógico.

Os resultados obtidos pelo Prof. R. E. Mayer, da Universidade de Santa Barbara (CA/EUA), são particularmente interessantes, cujos experimentos com *adultos* focaram nas modalidades de apresentação dos conhecimentos, e nos seus efeitos em situações de aprendizagem. Ele procurou entender o que acontece em nossa mente quando processamos uma mensagem multimídia e como o design dos conteúdos pode melhorar a aprendizagem.

O modelo integrado proposto por Meyer (2009) objetiva explicar os mecanismos cognitivos como base da aprendizagem multimídia a partir de duas teorias:

1. *A teoria da dupla codificação.* Paivio sustenta que há dois sistemas de codificação para a elaboração da informação e a sua representação cognitiva: o sistema *verbal* que pertence à decodificação da fala e dos textos e o sistema *não verbal* que analisa as informações visuais e produz imagens mentais (PAIVIO, 1971).
2. *A teoria da carga cognitiva.* Segundo Chandler e Sweller, a quantidade de informações tratáveis pela memória de trabalho é limitada e, portanto, um excesso de carga cognitiva prejudica a elaboração e a aprendizagem (SWELLER, 1988).

Essas duas teorias afirmam que a *modalidade de apresentação dos conteúdos* influencia fortemente o desenvolvimento de uma atividade escolar, bem como modifica a alocação de recursos cognitivos disponíveis para alcançar um objetivo.

Mayer buscou harmonizar e ampliar este quadro teórico a fim de individualizar quais são as condições ideais para maximizar a aprendizagem de um conteúdo de aprendizagem multimídia. Ele implementou dezenas de ensaios e verificações experimentais com grupos de jovens

adultos que foram convidados a estudar uma breve lição autonomamente, geralmente sobre um tema científico que eles não tinham conhecimento prévio. Cada grupo recebeu o material que continha basicamente as mesmas informações mas eram representados em diversas modalidades e com diferentes graus de interatividade.

Ao término da experimentação, o grupo de pesquisa formulou os princípios da *"Multimedia Learning Theory"* (MAYER, R. E. 2009), como linhas guias para a construção de *"multimedia instructional messages"*, ou seja, das mensagens de instrução multimídia, compostas de palavras (texto ou áudio), figuras e animações voltadas para promover a aprendizagem de conteúdos científicos.

A teoria cognitiva de aprendizagem multimídia se configura hoje como uma válida referência teórica e um ótimo instrumento prático para o mídia-educador que decide utilizar conteúdos digitais em sala de aula. A escolha dos materiais não dependerá só de sua atração estética, mas, conhecendo os mecanismos da aprendizagem multimídia, ele será capaz de avaliar sua qualidade e eficácia.

Ocupando-me pessoalmente com design multimídia há diversos anos me aproximei dessa teoria justamente porque ela é capaz de apoiar as escolhas do planejamento com princípios experimentalmente testados (SERENELLI, 2011, 2012). Aproximando-me dos estudos de Mayer, mas também considerando a análise da amostra utilizada durante as experimentações, me perguntei: quanto o fato de os sujeitos selecionados serem quase sempre *jovens adultos* influenciou a performance da aprendizagem? Quanto influenciou o fato de eles serem *estudantes universitários de Psicologia*, que obtinham créditos formativos como uma recompensa por tal participação? E quanto a *nacionalidade estadunidense* da amostra ou seu pertencimento a segmentos sócio-econômicos influenciou?

O próximo passo foi perguntar-me se os resultados das pesquisas e os princípios da teoria cognitiva de aprendizagem multimídia seriam válidos mesmo modificando algumas características da amostra, como idade, contexto social e ambiente educativo de referência. Não tendo

encontrado respostas suficientes na literatura, decidi entrar neste debate científico através de uma experimentação empírica, desenvolvendo uma pesquisa voltada à aplicação dos princípios propostos por Mayer, mas num contexto diferente e com sujeitos diversos: submetendo alguns formatos de apresentações multimídia a adolescentes em idade escolar que se encontram em um contexto de relativa pobreza num país do sul do mundo.

Encontrei o lugar ideal para este experimento no Uruguai, onde foi realizado um ambicioso projeto de mídia-educação. Trata-se de fato, do único país no mundo que aderiu totalmente à iniciativa OLPC<sup>1</sup>, One Laptop Per Child, implementando os princípios inspiradores por meio do Plan Ceibal<sup>2</sup>.

Em Montevideú, como em todas as zonas rurais do país, cada criança, cada adolescente e também cada professor recebeu um XO, um laptop especialmente projetado para a educação<sup>3</sup>.

Uma geração inteira em escala nacional foi equipada com o mesmo dispositivo digital para a aprendizagem e socialização do conhecimento. Desta forma foi possível que as crianças da escola dos anos iniciais fizessem experiência direta no processo alfabetização/letramento digital apropriando-se precocemente do uso das tecnologias de gestão e compartilhamento de informação. Tal apropriação manifestou-se na natural predisposição para conhecer e explorar materiais didáticos *multimídia-ticos e interativos*.<sup>4</sup>

### **Questão de pesquisa, metodologia e amostra**

Com o objetivo de identificar o papel dos artefatos e a interação de estudantes com os conteúdos instrucionais, foi essencial restringir o campo da pesquisa em dois âmbitos: o Design de Conteúdo Instrucional e o Ambiente de Aprendizagem.

O primeiro âmbito, é relativo ao *Instructional Content Design* ou Design de Conteúdo Instrucional, *Learning Object* ou Objetos de Aprendizagem (MOSLEY, 2005). Frequentemente solicitava um estudo da autonomia do material

didático antes de iniciar a atividade em pequenos ou grandes grupos. Pretendia descobrir se existiam “formatos” mais eficazes que outros para melhorar a aprendizagem individual.

Assumindo a perspectiva de *Multimedia Learning* ou *Aprendizagem multimídia*, perguntava: quais são as condições para reduzir a carga cognitiva na autoaprendizagem? O que muda variando o meio ou suporte, por exemplo, optando por um livro ilustrado ao invés de uma apresentação digital? E se modificássemos o grau de *multimedialidade ou a modalidade de apresentação do material* (texto escrito x áudio, imagens estáticas x animação)? Quanto isso influenciaria o *nível de interatividade*, o grau de controle da apresentação e a possibilidade de manipulação de informações?

O segundo âmbito de pesquisa diz respeito ao *Learning Setting*, ou *Ambiente de Aprendizagem*. Pretendia verificar se através da experimentação seria possível emergir critérios práticos que indicassem aos mídia-educadores *como e quando* usar a multimídia em sala de aula. Por exemplo: quando é mais adequado adotar a auto-aprendizagem com conteúdos multimídias? Quando preferir a aprendizagem cooperativa e quando a aprendizagem dirigida? Há uma estratégia mais eficaz que outras em termos de performance geral?

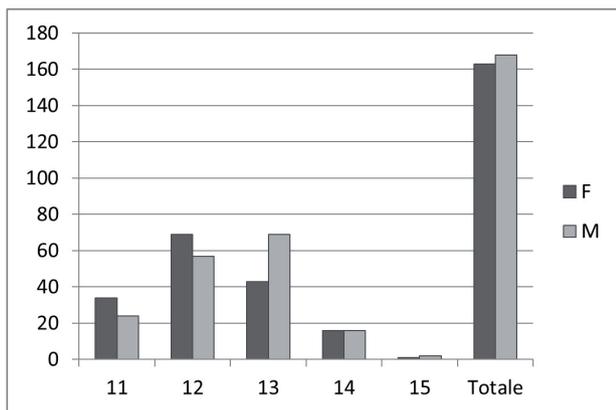
Tais perguntas fizeram parte da pesquisa de Doutorado sobre “Tecnologias de comunicação e informação aplicadas à Sociedade do Conhecimento e aos processos educacionais”, realizada na Universidade Milano Bicocca, com estágio no exterior por um ano, onde foi realizada a empírica desenvolvida no Uruguai. A escolha dos sujeitos envolvidos foi muito complexa e ocorreu durante o período 2009-2010. Diria que foi quase tormento, pois quando cheguei em Montevideú encontrei sérias dificuldades para compor uma amostra representativa do universo escolar uruguaio. O país é afetado por uma nítida ruptura entre a realidade urbana da capital e o contexto das zonas rurais, com elevados níveis de desigualdade, seja pelas condições socioeconômicas, seja em termos de padrões educacionais. Felizmente descobri que o Ministério da Educação adota uma escala de classificação das escolas

de acordo com o contexto social em que estão situadas, com os recursos à sua disposição, e com a origem dos alunos que a frequentam. Esta classificação inclui quatro categorias para definir o contexto: *muito favorável, favorável, crítico desfavorável, muito crítico e desfavorável*.

Intencionalmente me recusei a trabalhar com uma amostra proporcional a respeito dos quatro contextos e escolhi investigar apenas a realidade da periferia urbana de Montevideú, com escolas de um *contexto crítico muito desfavorável*, onde a desigualdade social era alta, mas apesar disso havia o Plan Ceibal e o laptop XO<sup>5</sup>.

Diante disso, identifiquei dois bairros “críticos” que têm características comuns: o Cerro de Montevideú e Casavalle (o “Borro”), selecionando 8 escolas públicas que correspondem ao Ensino Fundamental e 16 turmas de 6º ano<sup>6</sup>. Envolveram-se ativamente também 16 professores, com os quais preparamos os materiais didáticos e os testes de avaliação. O total de estudantes envolvidos foi de 360 (27 no pré-teste) com uma faixa etária entre 11 e 15 anos (como se pode ver no gráfico da Figura 1, basicamente entre 12/13 anos).

Figura 1. Número de estudantes (divididos por idade e gênero) participantes da pesquisa.



Depois de ter selecionado a amostra, a pesquisa empírica desenvolveu-se nas seguintes fases:

## A. Definição dos objetivos didáticos

De acordo com os 16 professores, foi escolhido um tema científico (a *cadeia alimentar*) com a identificação de núcleos temáticos essenciais e a definição dos objetivos didáticos de forma que seu alcance pelos sujeitos fosse verificado por meio de testes baseados na matriz de conteúdos/desempenho (Clark, 2007), que categoriza os objetivos conforme o tipo de conhecimento a ser aprendido (fatos/conceitos/processos/procedimentos/princípios) e o tipo de tarefa cognitiva que é solicitada (memória/aplicação/abstração).

Tabela 1. Matriz de conteúdos/desempenho adaptado para experimentação

	FATOS	CONCEITOS	PROCESSOS
LEMBRAR	O1 - Lembrar-se de dados e fatos específicos.	O2 - Lembrar e compreender definições	-
APLICAR	-	O3 - Aplicar e transferir os conceitos, classificar novos exemplos desconhecidos	O4 - Resolver problemas relacionando-os aos conceitos adquiridos
ENCONTRAR	-	-	O5 - Reorganizar conceitos existentes para derivar um novo esquema abstrato

(Serenelli, Ruggeri, Mangiatordi 2011b)

## B. Instructional Content Design ou Design de Conteúdo

**Instrucional** foram projetados e desenvolvidos quatro conteúdos didáticos multimídia (*Learning Object, ou Objetos de Aprendizagem*, ver Figura 2,3,4) variando a modalidade de apresentação, o suporte/a mídia, o nível de multimídia e o grau de interatividade. Para cada objeto foram aplicadas diferentes combinações dos princípios da *teoria cognitiva dos meios de comunicação de aprendizagem* (R.E.Mayer) e os Primeiros Princípios da Instrução de David Merrill (2001).

Figura 2. Apostila infográfica: suporte impresso com diagramas e quadrinhos (ALFA)

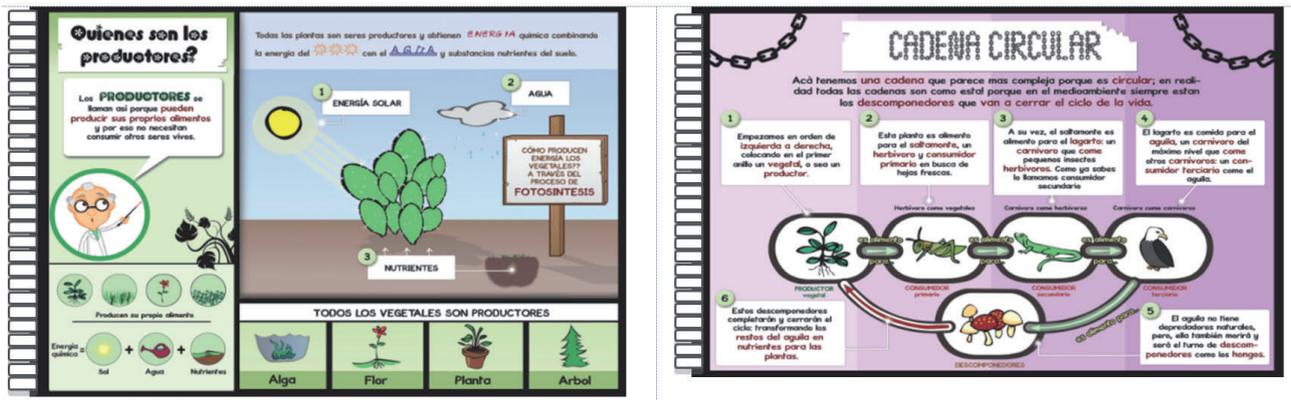


Figura 3. Multimídia passo-a-passo: atividades com diagramas animados e tutor virtual (BETA)

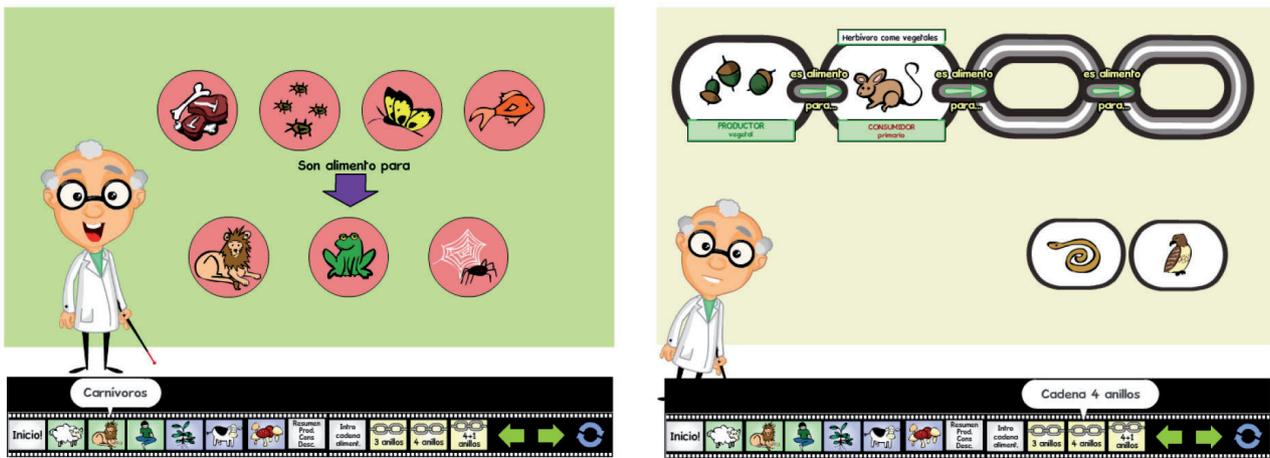
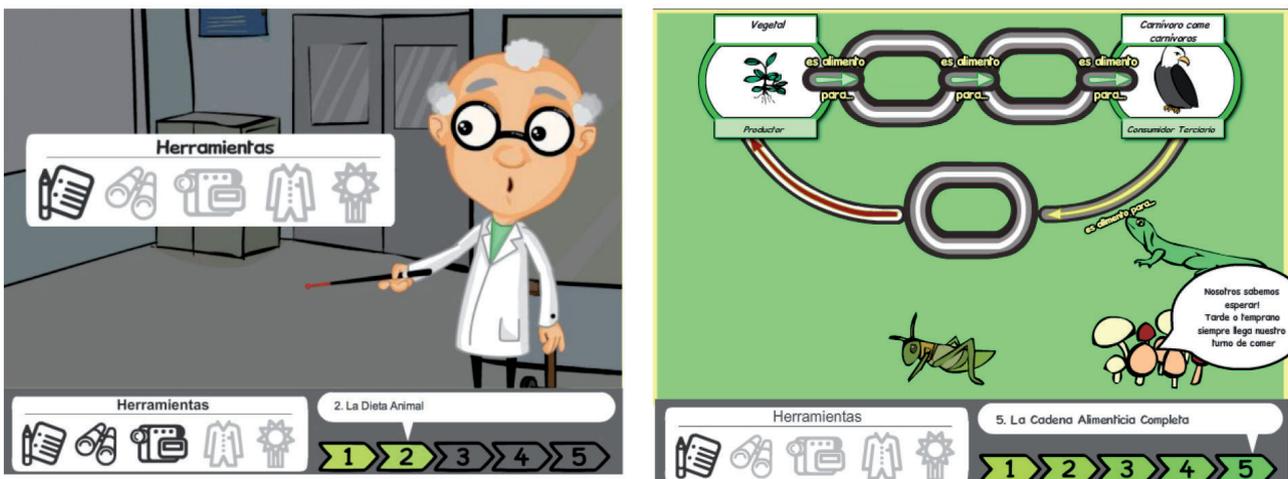


Figura 4. Learning-game: problemas e construção da cadeia alimentar com feedback do tutor virtual (DELTA E GAMA)



### C. Configuração experimental e aplicação dos materiais

A mostra foi subdividida em 5 grupos, (4 grupos experimentais e um grupo controle, ver Tabela 2) com cerca de 65 estudantes e a cada sujeito foi solicitado estudar a cadeia alimentar usando um formato didático multimídia específico por cerca de 30 minutos, por meio de uma das três modalidades previstas: a) auto-aprendizagem; b) aprendizagem cooperativa; c) aprendizagem dirigida com professor.

• Grupo ALFA: *estudo individual* de uma Apostila Infográfica impressa (Figura 2)

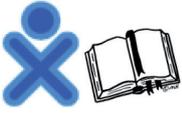
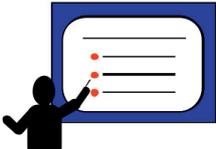
• Grupo BETA: *estudo individual* de um *Multimídia passo-a-passo digital* com fones de ouvido (Figura 3)

• Grupo GAMA: *estudo individual* com um *Jogo de Aprendizagem digital* com fones de ouvido (Figura 4)

• Grupo DELTA: *estudo em pares* com um *Jogo de Aprendizagem digital* (Figura 4): PC e fones de ouvido compartilhados

• Grupo ETA (grupo controle): *aula tradicional* ministrada pelo professor, apoiado em apresentação multimídia (“powerpoint”) com explicações visuais

Tabela 2: **Instructional Content Design and Learning Setting** / Design de Conteúdo Instrucional e Ambientes de Aprendizagem

				
<p><b>ALFA – Autoaprendizagem com ‘apostila infográfica’:</b> uma apostila A4 com informações apresentadas em forma de diagramas e quadros integrando textos, imagens e esquemas</p>	<p><b>BETA - Autoaprendizagem com ‘Multimídia passo-passo’:</b> na tela do XO um tutor virtual guia o estudante em cada fase através de slide que mostra o processo da fotossíntese. O áudio (no fone de ouvido) substitui grande parte do texto escrito e o estudante pode interagir administrando o processo do avanço na animação</p>	<p><b>GAMA - Autoaprendizagem com ‘Learning-Game’:</b> similar a um videogame, o estudante usa o seu XO com um par de fone de ouvido e interage com as informações apresentadas manipulando “ludicamente” e experimentando diretamente as relações causa-efeito</p>	<p><b>DELTA - Aprendizagem Cooperativa com ‘Learning-Game’:</b> a atividade é idêntica a LO3 mas em pares: os estudantes compartilham em dois o par de fone de ouvido.</p>	<p><b>ETA – Aprendizagem Dirigida:</b> o professor projeta e comenta uma apresentação em aula contendo diagramas e animações simples passo a passo. Tem testes e legendas que são lidas com as crianças.</p>
<p><b>Estilo Cognitivista “hip”:</b> <i>human-information-processing</i>, processamento de informação humana</p>	<p><b>Estilo Cognitivista “hip”:</b> <i>human-information-processing</i> processamento de informação humana</p>	<p>Estilo Construcionista</p>	<p>Estilo Costrucionista / Construtivista</p>	<p>Aprendizagem dirigida</p>
<p>O estudante processa individualmente as informações e os significados apresentados: decide com autonomia o ritmo com que avança a aprendizagem e a revisão do material</p>	<p>O estudante processa individualmente as informações e os significados apresentados: decide com autonomia o ritmo com que avança a aprendizagem e a revisão do material</p>	<p>O estudante processa individualmente as informações e os significados apresentados obtendo feedback do tutor virtual e decide com autonomia: o ritmo com que avança a aprendizagem e a revisão do material; as estratégias do jogo e de soluções de problemas</p>	<p>A dupla de estudantes é convidada a negociar o ritmo da aprendizagem, a revisão do material, as estratégias de jogo e de solução de problemas, com feedback do tutor</p>	<p>O ritmo de aprendizagem da apresentação dos conceitos é controlado pelo professor mesmo que os estudantes possam intervir para repetir ou esclarecer. São estimulados à participação em grupo.</p>

## D. Avaliação da aprendizagem

Foi preparada uma série de ferramentas para avaliar a experiência de aprendizagem de sujeitos do experimento após a exposição aos objetos multimídia de aprendizagem:

*Retention test (RET)*, Teste de Retenção: para avaliar a capacidade lembrar e evocar os dados.

*Comprehension test (COMP)*, Teste de Compreensão: concebido para medir a compreensão de conceitos / princípios e a capacidade de classificação.

*Problem solving test (PS)*, Teste de Resolução de Problemas: para resolver problemas simples e verificar o uso de informações adquiridas em novos contextos.

*Problem solving re-test (PSRT)*, re-Teste de Resolução de Problemas: após uma semana da aplicação do teste se verifica qual o formato mais eficaz e o ambiente de aprendizagem mais adequado.

*User Experience questionnaire (UX)*, Questionário sobre Experiência do Usuário: instrumento de tipo qualitativo para avaliar a experiência de aprendizagem como um todo.

### Alguns resultados experimentais

O Uruguai é o único país no mundo onde cada criança, cada adolescente e cada professor recebeu um laptop na escola através do programa OLPC - One Laptop Per Child. É por isso que escolhi Montevideo como 'laboratório' *en plain air* para uma pesquisa experimental sobre o uso das tecnologias digitais com as crianças que vivem em contextos de pobreza extrema. Como mencionamos anteriormente, o objetivo deste trabalho era fornecer orientação operacional para o mídia-educador escolher qual o tipo de multimídia adotar em sala de aula e como usá-lo bem.

Esta pesquisa buscou descobrir se existem "Formatos de ensino" mais eficazes que outros para trabalhar temas científicos e se é possível melhorar a experiência em sala

de aula, e ao mesmo tempo otimizar a carga cognitiva dos estudantes durante as atividades. Para responder a estas perguntas, participaram cerca de 360 adolescentes entre 12 e 14 anos e 16 professores dos subúrbios de Montevideo para avaliar a eficácia e atratividade dos diferentes tipos de materiais para a aprendizagem de Ciências. A amostra foi dividida em 4 grupos experimentais (ALFA, BETA, GAMA, DELTA) e um grupo de controle (ETA) e as hipóteses iniciais previam que:

- O grupo ALFA obteria o pior desempenho e BETA e GAMMA alcançariam resultados bastante bons, comparáveis ou ligeiramente mais baixos do que o grupo de controle, que teve aula com o professor.
- A configuração do trabalho colaborativo iria oferecer uma análise comparável sobre a eficácia da aula tradicional.
- Os níveis de desempenho medidos no tempo de uma semana só poderiam ser reduzidos na ausência de atividades de aprendizagem que visava a consolidação dos padrões mentais (tarefa de casa, aula de reforço, exercícios, discussões).

Muitas destas hipóteses foram parcial ou totalmente refutadas. Os gráficos deste meta-experimento que recolhe em uma única amostra todos os sujeitos (360) pode ser visto na Figura 5.

Em suma, podemos dizer que:

- Estudo de classe de materiais impressos (Grupo ALFA) é sempre desaconselhável porque expõe os estudantes a um cenário potencialmente perturbador e leva a baixos níveis de desempenho em todos os testes (retenção / compreensão / resolução de problemas / resolução de problemas depois uma semana); especialmente a capacidade de resolver os problemas solicitados (menos de 27% de respostas corretas em comparação com o grupo de controle).
- O Estudo cooperativo (Grupo DELTA) conduz a resultados comparáveis aos obtidos com a orientação de um

adulto experiente (ETA), mas o desempenho é sempre menor quando comparado com o BETA grupos e GAMMA (Autoaprendizagem digital).

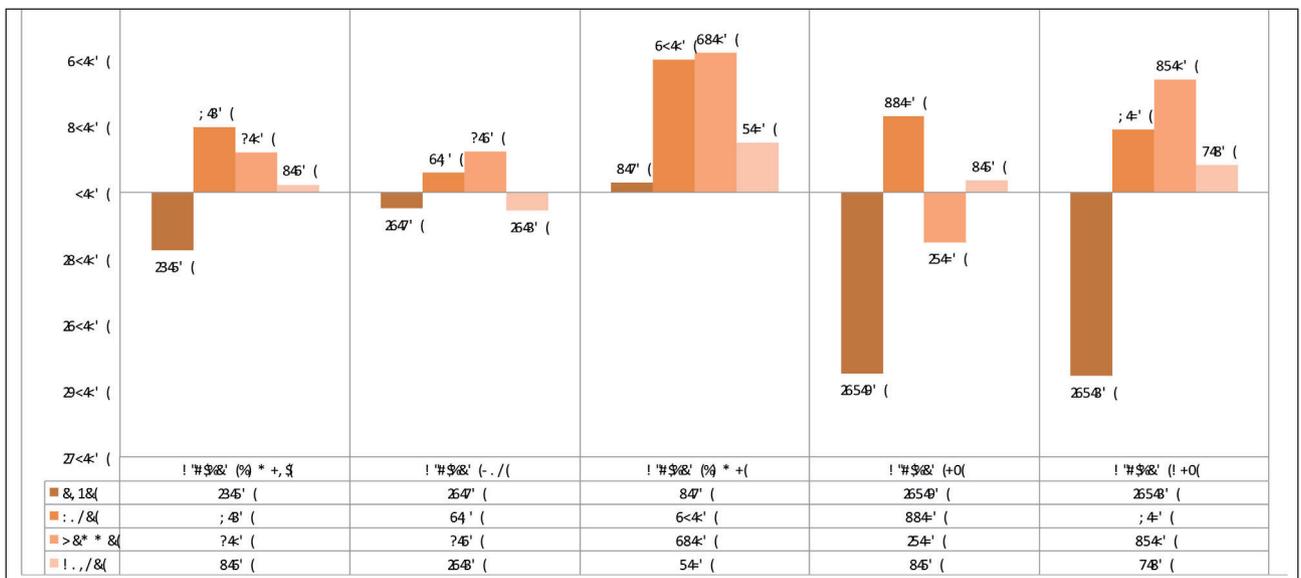
Os sujeitos que estudam individualmente um conteúdo interativo projetado pelos Princípios de Aprendizagem Multimédia e Primeiros Princípios da Instrução, sempre podem obter um melhor desempenho global do que aqueles que participaram da aula tradicional (Grupo BETA e Grupo GAMA VS Grupo de controle).

- O uso individual do PC, o isolamento acústico com fones de ouvido, suporte de áudio e controle direto do aluno sobre o conteúdo e o ritmo de progressão, têm um efeito positivo sobre a capacidade de entender conceitos complexos. Na verdade, grupos BETA e GAMA puderam obter mais de 20% de respostas corretas em relação ao grupo controle ETA.

- A condição de aprendizagem GAMA (jogo individual) aumenta o armazenamento de conteúdos de informação elementar, tais como os nomes dos animais apresentados em multimídia (Objetivo1 = memória de fatos). No entanto, esta vantagem é obtida apenas por alunos regulares (+ 16% CA), ou seja, não repetentes.
- Nos testes de resolução de problemas administrado uma semana após o estudo em sala de aula, o grupo GAMA mostrou-se surpreendente com mais de 17% de respostas corretas em relação ao grupo ETA. Isso mostra que, para a transferência de conhecimento em novos contextos de aplicação, o método mais eficaz é uma combinação de interação direta com os meios de comunicação, feedback constante e a diminuição gradual das intervenções do suporte (grupo GAMA). Esse guia seletivo e minimizado associado com uma abordagem lúdica e de auto-estruturação permite padrões de pensamento mais estáveis complexos.

Figura 5. Análise de variância (Anova) e diferença de respostas corretas em% (Dif.CA) entre grupos experimentais e grupo de controle (ETA)

Anova (p value)	Média %	RET: teste de retenção	COMP: teste de compreensão	PS: test de resolução de problemas	PSRT: re-test de resolução de problemas
ALFA/ETA	0,06675	0,3178	0,9724	0,003162	0,001392
BETA/ETA	0,05777	0,3684	0,009552	0,2046	0,264
GAMMA/ETA	0,2393	0,09528	0,003551	0,4342	0,05148
DELTA /ETA	0,8138	0,4159	0,29	0,8475	0,619



## Avaliação do Questionário sobre a Experiência do Usuário

Quanto à análise qualitativa de Experiência do Usuário, *User Experience*, podemos afirmar que não há distâncias particularmente significativas nos níveis identificados para cada condições experimentais, visto que os alunos participaram sempre e apenas de uma experiência e nunca foi possível colocá-los “frente a frente” ou em uma comparação entre duas ou mais configurações multimídia.

No entanto, surgiram alguns padrões interessantes:

- O Grupo ALFA respondeu com valores mais baixos em todos os tamanhos testados
- A *percepção de auto-eficácia* antes do experimento é média-baixa e uniforme para todos os grupos e sub-grupos, mostrando que os alunos não sabiam o tópico do teste.
- A *percepção de auto-eficácia* após o experimento mostrou um aumento da média de todos os participantes.
- Além disso, separando os resultados dos *alunos regulares/no curso* (11/12 anos, Figura 6) dos *alunos repetentes* (13-14 anos, Figura 7) descobrimos algumas informações importantes para o segundo grupo.
- **Satisfação geral:** o índice médio de valores mais elevados foi registrado nos grupos BETA GAMA, que usaram multimídia com autonomia (self-learning) e condições

de maior imersão (com fones de ouvido); para o grupo DELTA (estudo em pares), o feedback de todas as dimensões da experiência do usuário foi bastante alinhado e comparável aos da aula com o professor (ETA)

- **Clareza de conteúdo:** os *alunos repetentes* tendem a preferir situações em que existem outras pessoas (como colegas de classe ou professores em DELTA e GAMA) que podem apoiar e orientar em caso de dificuldade de aprendizagem
- **Motivação:** o jogo individual (GAMA) proporcionou um aumento da motivação intrínseca porque provavelmente fornece um ambiente onde o estudante pode ganhar um controle progressivo do conhecimento, através da superação gradual dos desafios na forma de jogo.
- **Engajamento:** os níveis de engajamento e, portanto, satisfação dos *alunos repetentes*, referem-se às experiências mais imersivas (BETA e GAMMA). Isso provavelmente acontece porque os sujeitos têm a oportunidade de gerir pessoalmente a interação com a mídia, ajustando os níveis de concentração e metacognição e progredindo passo a passo na aprendizagem .

Para assuntos relacionados ao *Instructional Content Design* (IC) ou Design de Conteúdo Instrucional, é importante notar que, ao contrário das suposições iniciais, o Grupo ETA apresentou valores maiores ou iguais às outras condições em todas as dimensões, exceto para a satisfação, onde a auto-aprendizagem com o tutor digital (BETA) foi cerca de meio ponto sobre a configuração com palestras (ETA).

Figura 6: Média identificada em seis tipos de Experiência do Usuário (alunos regulares)

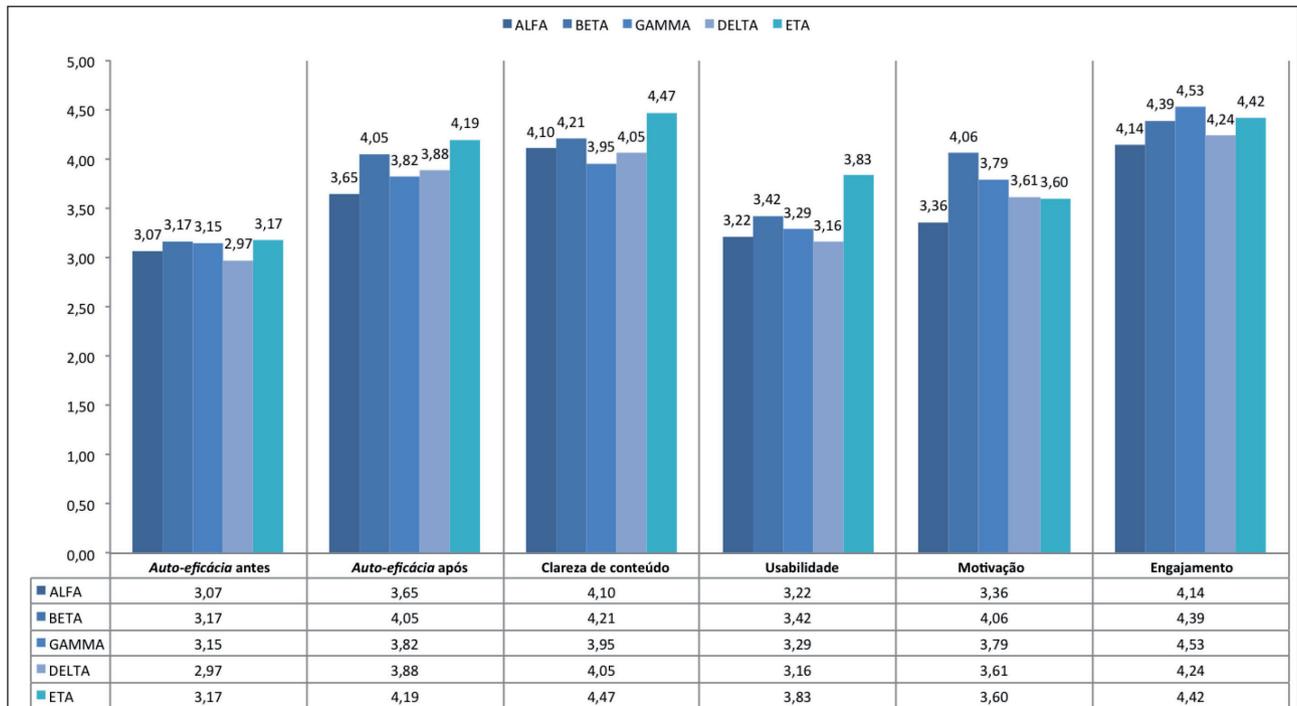
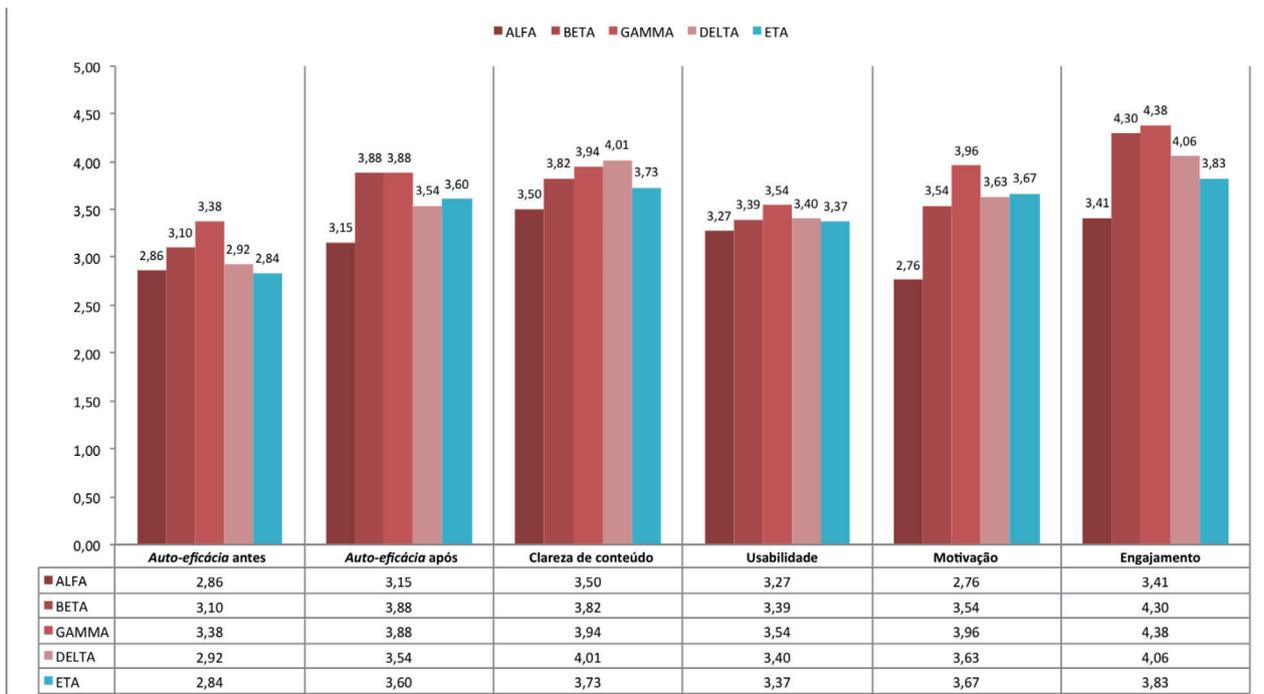


Figura 7 Média identificada em seis tipos de Experiência do Usuário (alunos repetentes)



Por fim, após apresentar algumas evidências experimentais da eficácia do uso de Objetos de Aprendizagem nas aulas seguindo o modelo 1:1, prosseguimos com algumas reflexões gerais da experiência de pesquisa em forma relato do Diário de Campo Pedagógico, para oferecer ao leitor um contexto coerente em que se insere a interpretação.

### **Relato de um dia de pesquisa: pequenos milagres cotidianos com a didática multimídia<sup>7</sup>**

*É um dos últimos dias de estadia no Uruguai, o tempo passou rapidamente e começo a sentir saudades mesmo antes de partir. Por volta das 13:30h de uma tarde de primavera, o céu - depois de muita chuva - está finalmente claro e enquanto caminho com o sol a pino, tento calcular quantas centenas de ônibus peguei durante estes oito meses, e me pergunto quantos quilômetros meus pés percorreram enquanto me perdia pelas ruas de Montevidéu correndo da uma escola para outra. Estou em Casavalle - o famoso "Borro" - um bairro onde nem a polícia entra com liberdade, porque eufemisticamente não são bem-vindos. Um nome, Borro, que quando se pronuncia suscita instantaneamente expressões tensas e preocupadas, além de uma série de preconceitos injustificados. Na escola, a professora Graziella me cumprimenta calorosamente com um abraço e com o mate quente na mão. Estou trabalhando com uma turma considerada "difícil": um grupo de adolescentes "vivazes", tratados como rebeldes, que esperam a última semana antes do final do ano letivo. O sexto e último ano que marcará a passagem para outra etapa de ensino<sup>8</sup> para alguns, e para muitos outros será o provável início de uma vida cheia de precariedade e certamente de insegurança e "malandragem". Nos vimos na semana passada durante o primeiro teste e construímos um excelente relacionamento, tanto com Graziella como com a turma e parece ter florescido entre nós uma inesperada relação de confiança, uma simplicidade que entre desconhecidos pode nascer assim, com tão pouco esforço. Sete dias atrás eu "acertei o alvo", consegui explicar aos jovens estudantes que o meu interesse neles não estava só ligado à necessidade de obter os dados, que não estava no Uruguai para "roubar" suas informações para meus experimentos de pesquisa e depois voltar para a Itália, escrever*

e, possivelmente, publicar alguns artigos. Meu objetivo é outro. Eu também venho de um bairro "difícil", de certa forma muito semelhantes a eles e com o meu discurso introdutório, mostrei que o que eu estou tentando buscar não são estatísticas, mas uma forma alternativa ao ensino tradicional: busco soluções para uma educação informal, ágil, leve, adequada àqueles que não podem pagar uma educação superior.

Eles entenderam que a minha presença na sala de aula estava intimamente ligada com o meu interesse pelo futuro deles, eu olho nos olhos deles e vejo os rostos de meus colegas de escola, e os meus próprios olhos quando eu tinha 12 anos. Mas as suas faces malandras possuem algo diferente: carregam as marcas da crise econômica de 2002, que levou muitas famílias a uma situação de precariedade e marginalidade. Eu gostaria de ter uma alternativa à pobreza material e cultural do contexto em que vivem e do qual são muito conscientes disso, mas estou convencido de que a alternativa deve ser construída por eles próprios. Outra não existe. Ajudas externas não chegarão. E meu trabalho é totalmente voltado para fornecer os instrumentos mais adequados para que tenham uma chance de "redimir-se", um pretexto para a "auto-salvação". Peço a eles que me ajudem porque apoiando-me ajudarão também, indiretamente, tantos outros companheiros.

A fase experimental está acabando e só agora começo a perceber o quanto foi importante construir um pacto com eles, ainda antes que uma relação educativa pudesse influenciar na pesquisa, para que lembrassem estes momentos, as minhas palavras, a nossa experiência.

Mas hoje estamos aqui para trabalhar: estão em sala de aula e peço-lhes para participar do re-teste, ou do teste para verificar o que foi aprendido sobre as cadeias alimentares em uma semana. Parece incrível: ninguém resiste ou se lamenta! Começamos e, penso que em cerca de 30 minutos, o teste estará terminado, mas o grupo é extraordinariamente rápido, diligente, ativo. Tenho a sensação de que o desempenho após sete dias, está ainda melhor! Como sempre, tem os alunos que terminam mais rápido. Um se aproxima de mim e "pega" a apostila infográfica usada com outros estudantes, trata-se de uma apostila ilustrada bastante atraente. Peço a sua opinião, o seu ponto de vista "estético", se ele gosta, se prefere a atividade com o PC

ou estudar no papel impresso. Os outros também terminam o teste e me pedem se podem ver o material. Então, acontece algo extraordinário: começam a folhear a apostila para se distrair e acabam estudando sem perceber... Ocorre um improvisado silêncio: apenas o som das páginas sendo folheadas. A professora Graziella me olha perplexa, porque quase todos folheiam as páginas sem dizer uma palavra e parece que apreciam. Eles fazem isso sem nenhuma pressão externa: motivação intrínseca! Ocorre-me que o papel impresso é um ótimo instrumento para repassar rapidamente antes ou depois de uma atividade. Então começa o bombardeio de comentários: alguns dizem que o impresso é complementar ao videogame e "para estudar podem ser usados juntos." Conversamos que o jogo é útil para despertar o interesse no assunto e que o impresso é útil para revisar, analisar, investigar, refletir com mais calma.

*Então, um milagre didático... A professora solicita uma busca no livro-texto sobre o assunto trabalhado: cadeias e redes alimentares. Encontramos, na p.55 do referido livro, um esquema complexo e pouco legível e alguns estudantes, autonomamente, foram à lousa e em várias mãos começaram a desenhar as cadeias lineares de rede alimentar proposta pelo livro, a ponto que me fizeram ver que o esquema do livro contém erros, pois algumas setas estão erradas!*

*A professora me disse que o grupo de estudantes que foi à lousa é formado por repetentes, e que geralmente são poucos colaborativos. Hoje estão ativos, felizes em aplicar o que aprenderam. É o momento para fechar a experiência com devolução e sistematização em grande grupo com a professora e para uma meta-reflexão sobre tudo o que aprenderam. Debriefing: aproveito seus esquemas e provoço a turma pedindo para que identifiquem produtores, consumidores e decompositores. Para minha surpresa, parecem saber praticamente tudo, ou pelo menos assim me parece pelo coro de respostas. Eles parecem animados. Certamente os estudantes têm consciência daquilo que permaneceu em suas mentes. Seus sorrisos me dizem que eles sabem que aprenderam, que sabem o que aprenderam e também como usar o que aprenderam. Estou praticamente emocionado e eles percebem isso ... mas a campanha me salva: um por um, eles vêm se despedir, abraçar e agradecer! Deixo-lhes prometendo retornar para oferecer-lhes uma aula extra sobre*

*o uso de Facebook e redes sociais. O Uruguai foi classificado em 4º lugar na Copa do Mundo. Desfile no pátio e eles correm para jogar futebol. Eu os segui com olhar radiante.*

*Mas o tempo do intervalo me reserva outras novidades. A professora Gabriela quer falar comigo, e eu devo passar na sua sala de aula, tem uma surpresa para mim. Outra campanha e entramos em sala com seu grupo de crianças de 6/7 anos que estão no primeiro anos da escola. Quando estão nos seus lugares, Gabriela vai à lousa e começa a perguntar: "Miguel, uma vaca é um herbívoro, carnívoro ou onívoro?" e a criança responde quase aborrecida, "é um herbívoro porque come grama". Então é a vez de Kimberly: "... e o homem? É onívoro, um carnívoro ou um herbívoro" e ela diz "... professora, é um onívoro, porque come de tudo!" Fico com os olhos espantados e sem palavras. Última pergunta: "O que são cogumelos? Produtores, consumidores ou decompositores?" Joaquim respondeu gritando: "decompositores". Essas crianças de 6/7 anos padronizam conceitos que seus companheiros do sexto ano sentem dificuldade de entender na primeira vez. Então eu pergunto como isso é possível: "Foi você, né? Você deu aulas sobre a cadeia alimentar!" E a professora diz que não, e então Veronica (7 anos) se aproxima e me explica que na semana anterior eles emprestaram seus laptops XO para os colegas maiores que instalaram aquelas nossas atividades interativas da cadeia alimentar. Uma vez devolvido o PC, as crianças do 1º ano voltaram para casa e encontraram o Learning Game, e começaram a jogar e a aprender com autonomia, só pelo prazer de se divertir. Joaquim orgulhosamente me diz: "eu acabei três vezes!"; como se estivesse falando do Super Mario Bros. Verônica comenta: "muito simpático o Prof. Aragan" (o tutor virtual). E se pensarmos que o material didático foi concebido para pré-adolescentes, as crianças do primeiro ano se superaram e demonstraram verdadeiras "esponjas". Mas a professora ainda reservou uma última surpresa para mim, a mais agradável: Eduardo. É um pequeno "pestinha" repetente de 7 anos e meio, o qual particularmente me afeiçoei. Inteligentíssimo e obviamente "preguiçoso"; há meses sente um verdadeiro bloqueio na escrita. Não quer nem mesmo usar os lápis de cor como seus colegas. Mas esta semana a professora o viu jogar com o laptop XO e com as atividades que projetei e viu também que para jogar ele precisava preencher um formulário com nome, sobrenome, turma, etc. . Outro pequeno milagre de Multimedia learning:*

*Eduardo, literalmente, se desbloqueou e através da motivação extrínseca do jogo, ele começou a escrever com o seu PC e agora a também a mão: no seu caderno reapareceram exercícios...*

*Mas o tempo voa, já são 16:00h e é hora de ir embora, o dia foi extremamente intenso, talvez único e irrepetível. Mas levo comigo uma nova certeza: independentemente dos resultados que possam emergir das estatísticas e dos meros dados, a minha presença e as atividades feitas nesta escola não foram frias, assépticas ou irrelevantes. Pelo contrário, alguma coisa começou. E isso me deu também alguma esperança.*

*Frequentemente, os críticos da introdução das tecnologias nas escolas argumentam que há uma certa vontade desvelada de contrapor o professor às máquinas. Na verdade, é uma dicotomia completamente enganosa, ninguém diz - nem deseja - que o professor possa ser substituído por máquinas ou por tutor virtual. Mas basta pensar nas diferenças entre o tamanho das turmas europeias comparadas com as de muitos países do do sul do mundo para perceber a necessidade de uma intervenção rápida.*

*Lembro a história de Magda, colega que trabalhou na Etiópia com o projeto OLPC, que me contava sobre as salas de aula com 60 crianças e uma professora desesperada. Neste contexto, a tecnologia pode não ser a solução, mas pode dar uma contribuição importante onde os professores são realmente um recurso escasso. Em contextos críticos e precários, é evidente que não há condições para uma educação tradicional de qualidade. E se não tem um professor para as crianças, na verdade, a tecnologia não pode nem deve substituir nenhum professor simplesmente porque nestes casos o professor não existe.*

*A situação da Etiópia é incomparável com os bairros difíceis de Montevidéu, mas quando penso nos meninos de Borro, vejo que depois do 6º ano muitos estarão fora ou serão excluídos e abandonados pelo sistema.*

*Para muitos deles, o tempo da escola vai acabar com a educação primária elementar, vai acabar o tempo dos professores e seus cuidados. E o único antídoto contra a expulsão do sistema educacional e a condenação à escola da rua, será o de estimular e incentivar os seus processos de autoformação, favorecendo a aprendizagem contínua entre pares para assegurar uma forma que essas crianças e adolescentes permaneçam ligados às redes de apoio dos colegas. Também através das novas tecnologias.*

## Notas

1 O projeto OLPC, One Laptop per Child, foi iniciado em 2005 no Laboratório de Mídia do MIT, em Boston, a partir da ideia de Nicholas Negroponte e Seymour Papert. O objetivo era criar um laptop de baixo custo (\$ 100) e equipar escolas nos países em desenvolvimento. As máquinas que impulsionaram esta iniciativa não são o resultado de um projeto só de tecnologia, mas objetivam promover a aprendizagem das crianças de acordo com os princípios do construcionismo e do construtivismo social. O projeto OLPC foi implementado em vários países em desenvolvimento, mas apenas no Uruguai atingiu o objetivo da chamada "saturação" do projeto, ou seja, da distribuição de laptops para toda a população escolar.

NT: OLPC foi traduzido no Brasil por Um Computador por Aluno, o projeto UCA, implantado pelo Governo Federal em diversas cidades do país.

2 NT: Plan Ceibal "Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea", é um Plano Governamental lançado no Uruguai, em 2006, como um ambicioso projeto socioeducativo, que pretende colocar o país como vanguarda na redução da exclusão digital, visando a inclusão e igualdade de acesso à educação. Ver <http://www.ceibal.org.uy>

3 A partir de 2007, com o Plan Ceibal "Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea" foram distribuídos 400 mil laptops gratuitamente a escolas primárias e após dois anos de experimentação, o Uruguai aparece como um grande laboratório para pesquisas em "céu aberto, onde é possível ter uma amostra grande, uniforme e única no mundo, graças à saturação da tecnologia que foi incluída no contexto social da escola primária. (Mangiatordi, Andrea, and Pischetola, 2010).

4 Para crianças e jovens uruguaios, graças ao Plano Ceibal, o acesso a recursos tecnológicos e de informação não é mais um problema. Os alunos são realmente donos (e proprietários!) e o fato de que a posse do laptop é universal para a população estudantil determina a transparência da tecnologia que se torna variável opcional. Por isso dediquei meus estudos ao conteúdo (objeto de aprendizagem multimídia = unidades didáticas multimídias) e não no equipamento (o laptop). Frequentemente me perguntam por que o Uruguai, e geralmente respondo com a pergunta: qual o melhor lugar do Uruguai para testar os princípios da multimedia learning?

5. Minha escolha, feita depois de várias visitas às diferentes realidades educacionais de Montevidéu recaiu sobre escolas de contexto crítico porque as crianças que a frequentam são também as que possuem menor acesso às oportunidades de educação formal, os mais vulneráveis aos riscos da marginalização e sobre os quais a autoformação através da multimídia pode ser oportunidade de redenção.

6 NT: no sistema de ensino uruguaio o 6º ano corresponderia ao último da Escola Primária ou dos Anos Iniciais como é chamado o primeiro ciclo do ensino fundamental brasileiro.

7 Disponível em <http://is.pearson.it/magazine/dove-osano-i-computer>

8 NT: no Uruguai, o ensino primário vai dos anos iniciais até o 6º ano

## Referências

- BUCKINGHAM D. **Media Education: Literacy, Learning and Contemporary Culture**. Cambridge: Polity Press. John Wiley and Sons, 2013.
- CALVANI, A. **Teorie dell'istruzione e carico cognitivo**, Trento: Erickson, 2009.
- CASTELLS, M. **La galassia Internet**. Milano: Feltrinelli, 2002.
- CLARK, R. C. ;MAYER, R. E. **E-Learning and the Science of Instruction.**, San Francisco: Jossey-Bass Pfeiffer, 2003.
- CLARK, R. C. **Developing technical training: a structured approach for developing**. New Jersey: John Wiley and Sons. 2007.
- FANTIN, M. **Mídia-Educação: conceitos, experiências, diálogos Brasil-Italia**. Florianópolis: Cidade Futura. 2006.
- FERRI, P. **Nativi Digitali**. Milano: Bruno Mondadori, 2011.
- MAMMARELLA, N., CORNOLDI, C. AND PAZZAGLIA, F. **Psicologia dell'apprendimento multimediale**. Bologna: Il Mulino. 2005.
- MANGIATORDI, A., PISCHETOLA, M. "Sustainable Innovation Strategies in Education: OLPC Case Studies in Ethiopia and Uruguay". In. LYTRAS ET AL., **Organizational, Business, and Technological Aspects of the Knowledge Society**, p. 94-104, Springer. 2010.
- MAYER, R. E. **Multimedia learning** (2nd ed), New York: Cambridge University Press, 2009.
- MAYER, R. E. ;CHANDLER, P. "When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages?", **Journal of Educational Psychology**, Vol 93(2), Jun, 390-397, 2001.
- MERRILL, M. D. A pebble-in-the-pond model for instructional design. **Performance Improvement**. 41(7), pp 39-44, 2002.
- MERRILL, M. D. "First Principles of Instruction". In REIGELUTH, C.M. ; CARR-CHELLMAN, A. A. (Eds.), **Instructional design Theories And Models** .Vol 3 Building A Common Knowledge Base (Vol. III, pp. 1-19). New York and London: Routledge. 2009.
- MOSLEY, P. A taxonomy for learning object technology. **British Journal of Educational Technology**, 36(3), pp 702-703, 2005.
- PAIVIO, A. **Imagery and verbal processes**. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1971.
- PRENSKY, M. **Digital wisdom and homo sapiens digital. Deconstructing digital natives**. New York and London: Routledge, 15-29, 2011.
- RIVOLTELLA, P.C. **Media education: modelli, esperienze, profilo disciplinare**. Roma: Carocci. 2002.
- RIVOLTELLA, P.C. **Beyond Digital natives: European Research on Media education; Challenges of Technology and Pedagogical Issues**. Challenges of Technology and Pedagogical Issues, **Educational Technology**, 2012.
- SERENELLI, F.; MANGIATORDI, A. The 'One Laptop Per Child' XO laptop as a PLE: a cognitive artifact beyond hardware and software. **PLE Conference proceedings**, Cornellá, Barcelona, 2010.
- SERENELLI, F. ; RUGGERI, E. Science Learning Object Design: An Experimental Comparison between Instructional Content format. Design and Evaluation of Digital Content for Education (SPDECE) 2011- Proceedings published by International **Journal of Computer Applications (IJCA)** 2011.
- SERENELLI, F. **Multimedia Learning Design per il One-to-One Computing**.
- SERENELLI, F. ; RUGGERI, E.; MANGIATORDI, A. Applying Multimedia Learning Theory in Primary School - An Experimental Study about learning Settings using Digital Science Contents. Complete ECEL 2011 Proceedings- Print version - 2 Volume set. **Academic Publishing International** -ISBN: 978-1-908272-22-5 book\* November 2011.
- SERENELLI, F. ; RUGGERI, E. Apprendimento multimediale e contenuti interattivi per la scuola primaria: prospettive di ricerca per l'Instructional Content Design. In MINERVA, T. ; COLAZZO, L. (a cura di). **Connessi! Scenari di Innovazione nella Formazione e nella Comunicazione**-. Ledizioni September, 2011.
- SERENELLI, F.;RUGGERI, E.; MANGIATORDI, A. How to teach science in 1-to-1 primary schools. An experimental study about learning objects efficacy in critical contexts. Complete ECEL 2012 Proceedings- Print version - 2 Volume set. **Academic Publishing International**, (2012).
- SERENELLI, F. "Dove osano i computer", in IS-Imparare Sempre – **Laboratorio Pearson per l'apprendimento** 2nd volume. 2012. Disponivel em <http://is.pearson.it/magazine/dove-osano-i-computer>.
- SERENELLI, F. "La didattica a testa in giù. La crisi della lezione tradizionale e il modello Flip Your Classroom!" in IS-Imparare-Sempre – **Laboratorio Pearson per l'apprendimento** 3rd volume, 2012 .
- SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. In **Cognitive Science** 12 (2), pp 257-285, 1988.

Recebido em 21 de julho de 2015.

Aceito em 01 de setembro de 2015.