

Uma aventura na web com “Escher e a procura do infinito”

Patrícia Alexandra da Silva Ribeiro Sampaio

Escola secundária de Paredes, Paredes, Portugal
patisampaio@gmail.com

Clara Pereira Coutinho

Instituto de Educação e Psicologia, Braga, Portugal
ccoutinho@iep.uminho.pt

Resumo – De acordo com o papel das tecnologias de informação e comunicação na construção do pensamento crítico, capacidade de organização, síntese e análise, apresenta-se o conceito de webquest, os seus criadores e as suas componentes. Trata-se de uma actividade disponibilizada na World Wide Web, que pretende dar significância à aprendizagem. Envolve vários alunos, incentiva ao trabalho cooperativo e serve de apoio ao professor, que deve orientar todo este processo. Apresenta-se uma caracterização de “Escher e a procura do infinito” relativamente ao tema, aos destinatários, à duração, estrutura e avaliação. Realizou-se um estudo de caso que teve como objectivo verificar a eficácia deste tipo de ferramenta cognitiva na extensão e refinamento do pensamento, em particular, do conceito de infinito.

1. Introdução

Face ao ritmo rápido e constante da desactualização do saber e do constante avanço tecnológico, o mundo que nos rodeia exige ao aluno competências do pensar que lhe permitam resolver problemas, procurando soluções inovadoras e adequadas ao contexto. É neste sentido de construção de materiais através do uso do computador que as ferramentas cognitivas assumem um papel importante na educação dos nossos alunos. No entanto, não pensemos que se está a caminhar para um ensino facilitador, pois, ao invés, para trabalhar com estas ferramentas é necessário um esforço acrescido por parte dos pupilos, mas que é facilmente recompensado pela clareza de raciocínio que poderão obter.

Trata-se de uma aprendizagem por construção e nunca por reprodução/memorização do saber, através da exploração das potencialidades da tecnologia. Notemos, no entanto, que quem toma decisões de planeamento e de auto-regulação da aprendizagem é o próprio aluno e não o computador. Cada indivíduo é responsável pela sua aprendizagem.

Nesta comunicação pretendemos apresentar uma das mais potentes ferramentas cognitivas que hoje conhecemos e que se designa por webquest ou, em português, aventura na web; trata-se de um modelo extremamente simples e rico para utilizar o potencial educativo da web, com fundamento na aprendizagem cooperativa e nos processos de investigação para a construção do saber. Será equacionada a sua pertinência no âmbito da educação matemática e justificada a pertinência da escolha deste formato para o estudo do conceito de infinito. Por último serão apresentados alguns dados obtidos na implementação desta actividade numa turma de alunos do 12º ano de escolaridade.

2. A Matemática e as TIC

Na sociedade vigente, a escola desempenha um papel primordial, já não é apenas aquela instituição onde aprendíamos a ler, escrever e contar, agora, para além dessas competências, faz-nos adquirir um estatuto na sociedade do conhecimento em que estamos inseridos. Nesta sociedade, a função do professor vai muito além da simples tarefa de ajudar os alunos a descobrirem o meio físico que os rodeia, a lerem e escreverem correctamente, a exercitarem o seu intelecto em termos cognitivos, porque o conhecimento é um bem precioso que importa ensinar ...a construir!

Nesse sentido torna-se necessário incluir as tecnologias de informação e comunicação no currículo escolar. O uso das mesmas pode significar um maior acesso à informação, um melhor desempenho cognitivo e comunicativo e, conseqüentemente, um processo de aprendizagem mais rico. O domínio das tecnologias apresenta-se como um dos traços importantes no perfil do aluno em geral e em particular no aluno de Matemática.

Já existem milhares de escolas conectadas com a Internet e o seu número cresce todos os dias. Através da web, o professor convida o mundo a entrar na sua sala de aula. Trata-se de uma partilha de ideias. No entanto, há que ter em conta que este recurso pode tornar-se o caos do conhecimento, permitindo o acesso a inúmeras informações pouco credíveis ou falsas de uma forma desorientada. Para obstar a esta situação existem hoje ao alcance do professor ferramentas cognitivas que ensinam os alunos a pesquisar e relacionar diferentes informações, no sentido de desenvolverem o espírito crítico.

As práticas pedagógicas que fazem uso das tecnologias de informação e comunicação permitem desenvolver as capacidades de pesquisa, organização e síntese dos alunos, incrementam a autonomia nos estudantes, permitem-lhes um acesso rápido à informação, desenvolvem a análise crítica e reflexiva.

A tecnologia é um veículo importante para a comunicação matemática. Os materiais a que o docente recorre são pontos de partida para uma postura activa dos alunos. Não nos podemos esquecer que, por exemplo, a utilização das calculadoras gráficas possibilita aos alunos a visualização de gráficos, tabelas, derivadas num ponto, etc. Esta integração da tecnologia nas aulas conduz a um envolvimento dos alunos em explorações matemáticas e leva-os a recorrer ao raciocínio matemático e à comunicação escrita. Para o NCTM (1994: 168), “a Matemática como resolução de problemas, como comunicação e como raciocínio constituem perspectivas intimamente relacionadas”.

3. O infinito

O infinito tem motivado filósofos, teólogos, poetas e matemáticos, ao longo de vários séculos. Não se trata de uma simples questão de lógica, mas antes de uma questão que sempre necessitou de imaginação. A distinção entre infinito potencial e infinito actual remonta a Aristóteles e foi ressuscitada com a teoria dos conjuntos infinitos de Georg Cantor, já no século XIX.

Ao longo dos tempos, surgiram vários paradoxos envolvendo o tema do infinito. O mais conhecido de todos é o de Aquiles, de Zenão de Eleia. O infinito actual só foi aceite como objecto

de estudo na Matemática quando se conseguiu explicar racionalmente os paradoxos que o envolviam. Foi a partir de 1869 que os trabalhos de Cantor provocaram grandes mudanças quanto à concepção de infinito. Natural de S. Petersburgo, doutorado em Berlim, Cantor, através da sua teoria de conjuntos (*Mengenlehre*) ou teoria das multiplicidades (*Mannigfaltigkeitslehre*), aceitou o infinito actual e desenvolveu uma teoria que explicava os diferentes conjuntos infinitos, a teoria dos números cardinais transfinitos baseada num tratamento matemático ao infinito actual. Como os números 1, 2, 3, 4... não permitem a contagem dos elementos dos conjuntos infinitos, Cantor criou um novo tipo de número: o transfinito. Existe, na perspectiva do autor, depois do finito, um transfinito que pode ser definido de forma precisa. Ao conjunto numerável atribui o menor cardinal transfinito \aleph_0 e ao contínuo atribuiu um número transfinito maior.

As teorias de Cantor para a teoria de conjuntos revolucionaram então a Matemática. O infinito actual finalmente tinha sido incorporado na Matemática. Segundo Hilbert (1926: 236), “a questão do infinito agitou sempre as emoções da humanidade mais profundamente do que qualquer outra; a ideia de infinito estimulou e fertilizou a razão como nenhuma outra”.

Apesar de toda esta revolucionária e fabulosa teoria, foram-se descobrindo algumas contradições que estão a ser resolvidas por muitos outros matemáticos já do nosso tempo. Surgiram certos paradoxos no *paraíso que Cantor criou*, devido ao universo do discurso ser muito amplo, acabando por abarcar certas contradições, como é o caso do conceito de conjunto. No entanto, há que acrescentar que “é menos importante em Matemática o que as coisas são do que o modo como se comportam. Aliás, mesmo depois de reformulada nas suas bases em termos de uma axiomática (...) a teoria erigida por Cantor ficou de pé no essencial” (Oliveira, 1982: 120).

O infinito é um conceito abordado ao longo do percurso escolar de um aluno de Matemática. Esta noção é afluída no 3º ciclo aquando do estudo dos conjuntos dos números naturais, inteiros, racionais e reais, pela noção de número irracional aprendida no 9º ano de escolaridade e pela noção de função desenvolvida neste ciclo. Devendo os alunos no final do 3º ciclo do ensino básico adquirir a “compreensão do conceito de função e das facetas que pode apresentar, como correspondência entre conjuntos” (Abrantes, 2001: 67).

Já no ensino secundário, o conceito de infinito poderá adquirir contornos muito mais formais. Ao longo de três anos, o conceito de função é aprofundado, tentando desenvolver-se com algum rigor. No 10º ano é trabalhada a noção de função, imprescindível na teoria de conjuntos. Já no 11º, é introduzido o uso informal das noções de limite, continuidade e derivada; no 12º ano, estes conceitos são estudados de forma mais rigorosa, ampliando-se o conceito de número. Após a introdução da noção de sucessão no 11º ano, que é ampliada no 12º, os alunos devem “chegar aos conceitos de infinitamente grande, de infinitamente pequeno e de limite de uma sucessão” (Silva, 2002a: 9), assim como deve ser interessante estudar o poliedro fractal, descobrindo que as figuras fractais enquanto propriedades das progressões têm comprimento (ou superfície) infinito(a).

4. Uma aventura na web

No âmbito das actividades propostas na disciplina EDTEC 596, *Interdisciplinary teaching with technology*, na Universidade de San Diego, em 1995, Bernard Dodge (1997 [1995]) criou as webquests, que definiu como sendo “actividades orientadas para a pesquisa em que a informação está toda ou quase toda disponível na Internet, podendo ser completada com videoconferência”. Como sabemos Dodge foi o criador do modelo webquest, mas é de salientar o papel importantíssimo que desempenhou Tom March no desenvolvimento destas ferramentas cognitivas. Ele foi o primeiro colaborador de Dodge neste campo e actualmente trata-se de um dos especialistas no assunto.

As webquests são actividades de grupo, em que se prima pela cooperação de todos os intervenientes. Podem ser desenvolvidas para uma ou várias disciplinas, dependendo do conteúdo que se pretende analisar, embora se considere um óptimo meio para praticar a interdisciplinariedade. Estas actividades são sempre motivadoras e estão disponibilizadas na web, sendo propostas pelos professores para serem desenvolvidas pelos alunos.

Grande parte do sucesso deste instrumento surge com o desafio que é lançado aos seus intervenientes, isto é, “constitui um desafio para professores que, isolada ou colaborativamente, desenvolvem a *WebQuest* pesquisando, avaliando e seleccionando os recursos a fornecer on-line” (Carvalho, 2003: 732), e simultaneamente, constitui um desafio aos alunos, já que estes “ao analisarem a informação nos sites indicados para resolverem as tarefas solicitadas, desenvolvem a sua capacidade de análise e de crítica e familiarizam-se com a estrutura das páginas *Web* e as suas potencialidades” (Carvalho, 2003: 733).

O docente como orientador da aprendizagem, ajuda o aluno a tornar-se responsável pela sua aprendizagem, contribuindo assim para uma maior autonomia do estudante. Através das webquests, o aluno assume o lugar principal na construção do conhecimento. Trata-se do seu envolvimento na realização de um projecto, através da cooperação e colaboração dos colegas, conduzindo-o a uma recolha, organização, síntese e análise de dados.

Uma webquest é constituída por seis componentes: introdução, tarefa, processo, recursos, avaliação e conclusão. Devendo conter ainda uma página inicial indicando que se trata de uma webquest, o nível de escolaridade para o qual se destina, o nome dos autores, assim como os seus contactos e a data da sua criação. A ajuda ao aluno também é imprescindível e deve estar sempre disponível. Aqui deve constar como funciona o site e aconselhar o aluno a percorrer todas as componentes da webquest antes de a realizar, para obter uma ideia do que terá de realizar e como será avaliado. No menu do site têm de estar presentes todas as seis componentes e este deve estar sempre disponível, para quem estiver a percorrer a webquest poder aceder às suas etapas em qualquer altura. No menu devem ainda estar presentes a ajuda e um link à página inicial. Normalmente o menu surge no lado esquerdo do site ou na parte inferior do mesmo.

Os professores que pretendam desenvolver uma webquest têm sempre de ter em conta três aspectos principais: a duração da mesma, de acordo com a complexidade do tema, respeitar a estrutura de uma webquest e proceder à avaliação desta actividade antes de ser disponibilizada on-line.

5. Escher e a procura do infinito

Tendo por objectivo alcançar um nível de pensamento mais elevado, foi então elaborada uma webquest intitulada “Escher e a procura do infinito” disponível na web pelo URL: <http://patisampaio.no.sapo.pt>, através da qual os alunos podem consultar um vasto leque de recursos sobre Maurits Escher e o infinito, contribuindo assim para a construção do conhecimento. Tendo em conta a complexidade do tema e a história controversa que circunda o infinito, a utilização de variadas fontes permite compreender melhor o passado para tentar responder ao desafio presente.

De seguida, descreve-se, sucintamente, o tema, os destinatários, a duração e a estrutura desta ferramenta cognitiva.

5.1 Tema

Tal como a introdução da webquest faz referência (figura 1), o conceito de infinito sempre foi controverso, levantando diversos paradoxos. Tendo em conta que o infinito é um tema curricular sobre o qual vale o tempo e o esforço necessários para a construção de uma webquest e o nível de cognição a atingir, potencialmente, pelo aluno é merecedor de tal esforço, a escolha do tema recaiu sobre o infinito. De uma forma a tornar a webquest mais apelativa e tendo em conta que o infinito é uma constante da obra de Maurits Escher, relacionou-se este conceito com este artista, daí o título desta aventura na web: “Escher e a procura do infinito”.



Figura 1. Introdução de “Escher e a procura o infinito”.

5.2 Destinatários

O conceito de infinito está presente no currículo dos alunos que frequentam Matemática, mas de uma forma mais explícita na Matemática A. Esta noção não é intuitiva, tratando-se mesmo de um conceito bastante complexo, daí a webquest visar os alunos do ensino secundário e não os do básico. De acordo com os programas de Matemática A deste nível de ensino, “os estudantes poderão realizar trabalhos individuais ou em grupo de História do Cálculo Diferencial” (Silva, 2002b: 5) – área intrinsecamente relacionada com a história do conceito de infinito –, assim como “os estudantes poderão realizar trabalhos sobre a extensão do conceito de número” (Silva, 2002b: 8) noção esta também associada ao infinito e aos seus paradoxos.

5.3 Duração

De acordo com a complexidade do conteúdo e a faixa etária dos alunos a quem se destina, esta webquest é caracterizada como sendo de longa duração. Os alunos deverão analisar profundamente uma quantidade de informação, transformando-a de algum modo, de forma a assimilarem e serem capazes de criarem algo novo. Deste modo, esta ferramenta cognitiva deverá ser aplicada entre uma semana a um mês.

5.4 Estrutura

Agora que já foi descrito o tema, os alunos a quem se destina e a sua duração, é necessário explicitar algumas das características intrinsecamente relacionadas com a estrutura da webquest.

Na página inicial do site (figura 2) disponibiliza-se uma *informação ao professor* que explica o que é uma webquest, quem foi o seu mentor, em que âmbito deve ser aplicada, quais os destinatários e indica a bibliografia necessária ao aprofundamento da temática quer on-line quer impressa.



Figura 2. Página inicial de "Escher e a procura do infinito".

Activando a hiperligação que permite ao aluno *entrar nesta aventura*, acede-se à introdução e simultaneamente ao menu (figura 3) que está sempre disponível no lado esquerdo da página, que integra as seis componentes da webquest: introdução, tarefa, processo, recursos, avaliação e conclusão, assim como a ajuda ao aluno que lhe explica quais são as características gerais das componentes da aventura na web, como as deve percorrer e que o trabalho deve ser realizado em grupo colaborativamente.



Figura 3. Menu de "Escher e a procura do infinito".

Na introdução refere-se uma questão problemática e convida-se o aluno a descobrir o mundo de Maurits Escher, sendo o infinito uma constante da sua obra. Na tarefa explicita-se que o trabalho realizado por este artista em torno do infinito pode ser dividido em três categorias: ciclos, preenchimento de superfícies e limites, consistindo a tarefa na elaboração de um poster tendo em conta cada uma dessas categorias. A tarefa é perfeitamente executável e conduz a uma reflexão profunda sobre o tema.

Pretende-se que os alunos ao realizarem esta webquest desenvolvam a capacidade de análise, classificação, avaliação, sejam capazes de comparar perspectivas diferentes, construir argumentos persuasivos, resolver problemas através de argumentos do tipo se/então, ...

A clareza do processo é imprescindível, cada etapa deve estar perfeitamente descrita, ou seja, os alunos sabem o que devem realizar em todas as etapas. Como tal, elaborou-se um pequeno quadro que distribuía entre os diferentes elementos do grupo os subtemas a tratar na pesquisa (quadro 1). Cada grupo poderia seguir esta orientação ou não, de acordo com a sua própria gestão.

Tarefa		Alunos
Descobrir um pouco da história do infinito		A e B
Informar-se acerca do conceito de infinito		C e D
Desvendar um pouco da obra de M. C. Escher		todos
Relacionar a obra de M. C. Escher com o infinito	ciclos	A e C
	preenchimento de superfícies	B e D
	limites	A e D
Escolher imagens		B e C
Elaboração do poster		todos

Quadro 1. Excerto do processo de “Escher e a procura o infinito”.

Por vezes, o processo está associado aos recursos, como é o caso. Cada recurso apresenta a sua importância, relacionando-se intrinsecamente com a tarefa em causa e os conteúdos abordados. As hiperligações escolhidas tiram partido do uso da Internet e são variadas. De acordo com os diversos subtemas, os recursos foram divididos em quatro categorias: infinito, M. C. Escher, imagens e pavimentações. Para cada um destes tópicos, há uma pequena descrição dos mesmos (quadro 2), seguida de um leque variado de sites disponíveis para pesquisa. Há que salientar que tendo em conta o nível etário dos alunos que deverão realizar esta webquest, nem todos os recursos se apresentam em português, havendo alguns em inglês.

Tema	Descrição
INFINITO	Os debates acerca do infinito foram uma constante da escola grega, mas só no século XIX, com Georg Cantor, é que o infinito actual foi aceite como objecto de estudo na Matemática aquando de uma explicação racional dos paradoxos que o envolviam.
M. C. ESCHER	Maurits Cornelis Escher, nasceu a 17 de julho de 1898, em Leeuwarden, no norte da Holanda. O reconhecimento público da sua obra não foi imediato, tendo sido reconhecido pela sua obra apenas em 1951! Num artigo de 1959, após diversos trabalhos, Escher decidiu escrever como se pode representar nos limites de uma folha de papel o infinito como um todo e como um processo.
IMAGENS	As obras de Maurits Cornelis Escher representam uma outra visão da Matemática!
PAVIMENTAÇÕES	À nossa volta existem múltiplas pavimentações do plano e por volta de 1936, aquando da viagem a Espanha de Maurits Cornelis Escher, este decidiu dedicar parte da sua obra ao estudo das pavimentações do plano.

Quadro 2. Excerto dos recursos de “Escher e a procura o infinito”.

Na avaliação são apresentados os critérios de avaliação tanto qualitativos como quantitativos, medindo o que os estudantes aprendem, o trabalho de grupo e o individual, assim como a realização da tarefa. Por fim, a conclusão indica as vantagens da realização da webquest, desafiando os alunos para uma nova pesquisa.

6. Estudo

A concepção e implementação de “Escher e a procura do infinito” insere-se num trabalho de investigação em que estão envolvidas ambas as investigadoras e que visa avaliar o potencial da utilização do formato webquest na aprendizagem do conceito matemático de infinito. O estudo é multifacetado, envolvendo a recolha de dados de cariz qualitativo e quantitativo, porque acreditamos que é na complementaridade metodológica que melhor será possível compreender os aspectos múltiplos que estão subjacentes à aprendizagem de um conceito tão complexo como é o caso do infinito.

Os dados que apresentamos são assim, um primeiro reflexo ou feedback da implementação desta actividade que se iniciou no dia 18 de Abril e que terminou no dia 18 de Maio do presente ano. Participaram no estudo os 16 alunos de uma turma de 12º ano de escolaridade. A amostra foi de conveniência já que se tratavam dos alunos de uma das investigadoras. Na primeira sessão os estudantes foram informados do trabalho de investigação que iria ser desenvolvido e foi-lhes solicitado o preenchimento de um questionário que pretendia avaliar as concepções de infinito que tinham. Na segunda sessão foi apresentada a webquest e até à sétima os alunos trabalharam em grupo realizando as actividades propostas. No final da sétima e oitava sessão os alunos preencheram o segundo e terceiro questionários. Ao longo destas sessões, cada grupo produziu um poster sobre o conceito de infinito, relacionando este tema com o trabalho de Maurits Escher e

a evolução do conceito, tendo sido avaliados segundo os critérios descritos na componente da avaliação da webquest.

De seguida segue-se uma descrição da avaliação realizada a cada um dos trabalhos desenvolvidos pelos quatro grupos.

6.1 Grupo 1

Este grupo mostrou uma boa dinâmica interna aquando da distribuição das tarefas, sendo todos os elementos participativos e trabalhando sempre de forma colaborativa. Na procura de informação, demonstraram uma boa capacidade de pesquisa, recolhendo bastante informação, organizando-a de forma coerente para depois a compilarem e construírem o seu trabalho. Quanto ao produto final propriamente dito, este apresenta um aspecto gráfico atractivo, com cores e imagens bem escolhidas e uma linguagem objectiva e motivadora. O poster revela alguma criatividade, mas poderiam ter sido mais originais. O produto final revela rigor científico, mas há algumas falhas com a falta de um título e do autor de uma citação. Assim como as imagens escolhidas para representar o preenchimento de superfícies não são de Maurits Escher. Por outro lado, as imagens que representam ciclos e limites foram muito bem seleccionadas e o texto escolhido suscita a curiosidade do leitor. Deste modo, podemos avaliar positivamente o desempenho deste grupo e considerar que o conceito de infinito foi trabalhado de forma esclarecedora.

6.2 Grupo 2

Relativamente ao trabalho desenvolvido por estes alunos, verificou-se uma boa dinâmica dentro do grupo e a existência de um respeito mútuo para com as opiniões de cada um. Foi recolhida a informação essencial para a elaboração do trabalho e esta foi sendo organizada segundo uma estrutura coerente. Optaram por colocar apenas uma imagem de Maurits Escher no centro do poster e deixar o fundo branco, criando um impacto muito positivo nos observadores do material, isto é, o aspecto gráfico é extremamente atractivo. A linguagem utilizada é clara e motivadora e os textos referem que desde sempre se pensou sobre o infinito, tendo Escher ido mais longe com os seus desenhos. O produto final revela então criatividade e rigor científico, embora o conceito de infinito pode-se ser mais explorado e o título mais original, "Infinito". De uma forma geral, podemos concluir que foi desenvolvido um bom trabalho de grupo que respondeu à tarefa pedida.

6.3 Grupo 3

Todos os elementos deste grupo participaram no desenvolvimento do trabalho de forma muito positiva, sempre repartindo as suas opiniões com os colegas, respeitando as ideias de cada um e a distribuição das tarefas. A informação recolhida foi a essencial para a elaboração do trabalho, mas foi sendo organizada de uma forma coerente, permitindo depois uma boa selecção da mesma. O aspecto gráfico do poster é muito bom, havendo uma harmonia presente entre a escolha da cor do texto e a imagem de fundo. A linguagem é objectiva e motivadora, sendo

essencialmente citações de Maurits Escher, daí a pouca originalidade deste grupo. Não obstante o poster revela criatividade. O título escolhido é muito interessante “Mundos impossíveis” e está intrinsecamente relacionado com a obra de Escher, aliás todo o trabalho se baseia nele, tendo abordado o infinito pelas imagens sobre limites, ciclos e gravidade. No entanto, a história do conceito de infinito não é referenciada. Sucintamente, poderemos concluir que este grupo revela rigor científico no seu poster, mas não aborda a componente histórica do conceito de infinito, o que não lhes permitirá um entendimento muito claro dos paradoxos relacionados com o infinito.

6.4 Grupo 4

O trabalho deste grupo foi desenvolvido seguindo a dinâmica de grupo, isto é, cada um dos elementos dava a sua opinião e respeitava a opinião dos colegas, tendo sido dividida a tarefa pelos diferentes intervenientes no trabalho. Demonstraram uma boa capacidade de pesquisa no desenrolar do processo, recolhendo informação diversa sobre os vários subtemas, organizando-a de forma coerente e compilando-a, de forma a efectuar uma boa selecção da informação a utilizar no produto final. Relativamente ao aspecto gráfico, este poderia ser mais atractivo tendo em conta a falta de cor presente no poster, ou seja, o aspecto é agradável, mas não é atractivo. Por outro lado, a linguagem utilizada é objectiva e motivadora. Revela alguma criatividade, mas pouca originalidade. O grupo faz referência à evolução histórica do conceito de infinito e relaciona-o com o trabalho de Escher, revelando rigor científico. O título é um pouco desadequado, “Maurits Escher”, tendo em conta que o poster não aborda o infinito apenas segundo a perspectiva de Escher. De uma forma geral, podemos concluir que o desenvolvimento do pensamento de nível mais elevado relativo ao complexo tema do infinito foi conseguido.



Figura 4. Produto final realizado pelos grupos 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

7. Conclusão

O discurso na aula de Matemática fundamenta-se nas formas matemáticas de saber e de comunicar. Para aperfeiçoar este discurso, um docente de Matemática deve sempre encorajar o uso de tecnologias. Esta aceitação do uso de instrumentos variados facilita a compreensão desta ciência e a visualização de um mesmo problema através de variados meios: tabelas, gráficos, diagramas, figuras, ...

A predisposição dos alunos face à Matemática está intrinsecamente relacionada com as suas experiências anteriores e pode sempre ser aperfeiçoada. A aprendizagem pode ser encarada como uma construção de compreensões feitas pelos alunos, desempenhando o professor o papel de ajudar o aluno a assumir as suas responsabilidades no seu próprio processo de aprendizagem, daí a opção por uma webquest para trabalhar um tema tão complexo como o infinito.

Através da exploração desta ferramenta cognitiva, os estudantes procederam à pesquisa, organização, análise e síntese de informação no sentido de realizarem um produto final atractivo e criativo, que fizesse uso de uma linguagem objectiva e que revelasse rigor científico. Como vimos, a maioria dos alunos realizou a tarefa com bastante sucesso, demonstrando um refinamento do pensamento de nível mais elevado, ou mais concretamente, um entendimento do conceito de infinito quer sobre uma perspectiva histórica quer sobre a visão de Maurits Escher.

Poderemos então concluir que a utilização de webquests em contexto de sala de aula pode tornar a prática lectiva mais enriquecedora porque permite o desenvolvimento de diversas capacidades essenciais à aprendizagem na sociedade do conhecimento.

Referências

- ABRANTES, Paulo (2001). Currículo nacional do ensino básico – competências essenciais de Matemática. Lisboa: Departamento do ensino básico, Ministério da educação, 57-71. http://www.dgjidc.min-edu.pt/public/compressenc_pdfs/pt/Matematica.pdf (Acessível a 14 de Março de 2006).
- BELLOFATTO, Laura; BOHL, Nick; CASEY, Mike; KRILL, Marsha & DODGE, Bernie (2001). A Rubric for Evaluating WebQuests. <http://webquest.sdsu.edu/webquestrubric.html> (Acessível a 15 de Maio de 2005).
- CARVALHO, Ana (2003). WebQuest: um desafio para professores. In Albano Estrela & Júlia Ferreira (org.), *XII Colóquio da AFIRSE/AIPELF: A formação de professores à luz da investigação*. Lisboa: AFIRSE, vol. II, 732-740.
- DODGE, Bernie (1997 [1995]). Some thoughts about WebQuests. http://webquest.sdsu.edu/about_webquests.html (Acessível a 14 de Março de 2006).
- HILBERT, David (1926). Sobre o infinito. In HILBERT, David (2003 [1898-99]). *Fundamentos da geometria*. Lisboa: Gradiva, 234-255.
- JONASSEN, David (1996). *Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking*. Columbus, OH: Merrill/Prentice-Hall.
- MARCH, Tom (2006 [1998]). The webquest design process. <http://www.ozline.com/webquests/design.html> (Acessível a 14 de Março de 2006).
- NCTM – National Council of Teachers of Mathematics (1994). *Normas para o currículo e a avaliação em Matemática escolar*. (2ª edição). Lisboa: Associação de Professores de Matemática e Instituto de Inovação Educacional.
- OLIVEIRA, Augusto (1982). *Teoria de conjuntos intuitiva e axiomática (ZFC)*. Lisboa: Livraria escolar editora.
- SILVA, Jaime; FONSECA, Maria; FONSECA, Cristina; LOPES, Ilda; MARTINS, Arsélio (2001).

Programa do 10^o ano - Matemática A. Lisboa: Departamento do ensino secundário, Ministério da educação. <http://www.dgidc.min-edu.pt/mat-no-sec/pdf/A10fNovo.pdf> (Acessível a 14 de Março de 2006).

SILVA, Jaime; FONSECA, Maria; FONSECA, Cristina; LOPES, Ilda; MARTINS, Arsélio (2002a). Programa do 11^o ano - Matemática A. Lisboa: Departamento do ensino secundário, Ministério da educação. [http://www.dgidc.min-edu.pt/programs/prog_hom/matematica_a_11\(77\)_homol.pdf](http://www.dgidc.min-edu.pt/programs/prog_hom/matematica_a_11(77)_homol.pdf) (Acessível a 14 de Março de 2006).

SILVA, Jaime; FONSECA, Maria; FONSECA, Cristina; LOPES, Ilda; MARTINS, Arsélio (2002b). Programa do 12^o ano - Matemática A. Lisboa: Departamento do ensino secundário, Ministério da educação. [http://www.dgidc.min-edu.pt/programs/prog_hom/matematica_a_12_\(78\)homol.pdf](http://www.dgidc.min-edu.pt/programs/prog_hom/matematica_a_12_(78)homol.pdf) (Acessível a 14 de Março de 2006).