



Divulgação Matemática e o Vídeo Educativo

Maria Júlia Simões Pereira Rodrigues Anileiro

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Orientador: Professor José Manuel Pereira Azevedo - FLUP

Coorientador: Professor Jorge Nuno Silva - FCUL

Junho de 2013

Divulgação Matemática e o Vídeo Educativo

Maria Júlia Simões Pereira Rodrigues Anileiro

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Carla Susana Lopes Morais (Professora Auxiliar Convidada - FCUP)

Vogal Externo: João Carlos de Matos Paiva (Professor Auxiliar com agregação - FCUP)

Orientador: José Manuel Pereira Azevedo (Professor Associado - FLUP)

Resumo

A presente investigação sobre Divulgação Matemática e o Vídeo Educativo foi realizada no âmbito do Mestrado em Multimédia – Especialização de Educação.

A constatação da necessidade urgente de criar novas formas de aprendizagem, que aumentem a criatividade e que se adaptem a uma população nativo digital conduziu-nos à formulação de duas questões de investigação: A aprendizagem de conteúdos matemáticos poderá ser potenciada com a utilização de vídeo educativo? E a eficácia do vídeo educativo será diferente consoante o tipo de conteúdo e de estratégia pedagógica?

A motivação assentou na convicção de que o vídeo/jogo educativo poderia ser uma poderosa ferramenta que potencia a aprendizagem, sendo a narrativa um elemento que pode sedimentar o conhecimento e motivar o mesmo.

Foi objetivo principal do trabalho realizar uma investigação comparativa entre o estudo produzido com recurso ao vídeo educativo direto, vídeo com narrativa e a abordagem sem utilização de vídeo mas com a aplicação de um desafio matemático. Assim foram criados três grupos de trabalho onde se explorou temas comuns com abordagens diferentes dada a ferramenta auxiliar aplicada, sendo um dos grupos denominado como algébrico, outro geométrico e o terceiro por grupo jogo.

A metodologia consistiu na aplicação de um inquérito e ficha de avaliação de conhecimento que mensurou a aprendizagem obtida nos três grupos de amostra.

Os resultados revelaram uma ligeira influência positiva na aprendizagem com a abordagem através do vídeo educativo com narrativa e via jogo quando comparada com a investigação recorrendo a vídeo direto.

A dimensão reduzida da amostra assim com a aplicação única do inquérito e ficha de avaliação da aprendizagem levaram a ser inconclusiva a investigação efetuada, embora se tenham aberto as linhas orientadoras de uma investigação futura.

Abstract

The present investigation on Disclosure of Science and Educational Video was held under the Master in Multimedia - Education Specialization.

The realization of the urgent need to create new ways of learning, that enhance creativity and adapt to a digital native population led us to formulate two research questions: Can the learning of mathematical content be enhanced with the use of educational video? And will the effectiveness of educational video be different depending on the type of content and teaching strategy?

The motivation was based on the conviction that the video / educational game could be a powerful tool that enhances learning, and the narrative element that can pave the knowledge and motivate yourself.

The main objective was to perform a comparative research between the study produced using direct educational video, video and narrative approach without the use of video but with the application of a mathematical challenge. Thus were created three working groups where common themes explored different approaches given the auxiliary tool applied, one of the groups referred to as algebraic, geometric and other third party game group.

The methodology consisted of applying a survey and evaluation form of knowledge that measured the learning obtained in the three sample groups.

The results revealed a slight positive influence on learning with the approach through educational video with narrative and via game compared to research using direct video.

The small size of the sample well with a single application of survey and evaluation form of learning led to inconclusive research performed, although this has opened up the guidelines for future research.

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador Professor José Azevedo todo o apoio, solidariedade e orientações para poder concretizar esta investigação. Agradeço-lhe sobretudo toda a confiança que depositou em mim.

Ao meu coorientador Professor Jorge Nuno Silva quero agradecer o seu apoio incondicional, apesar das minhas hesitações, a sua bondade e a sua amizade sincera.

A ambos agradeço a partilha do saber e as importantes contribuições para o trabalho e sobretudo o empenho, empreendedorismo e exemplos de coragem num meio onde por vezes é tão duro e pouco gratificante o esforço.

Agradeço à minha amiga Magda a sua paciência na discussão e ajuda na revisão dos textos.

Para finalizar agradeço também aos meus filhotes pelo tempo que lhes roubei junto da sua mãe e ao meu marido que é inigualável, sem ele não conseguia ter a força de trabalho, motivação e empenho que me caracterizam ao seu lado.

Índice

Introdução.....	17
1.1 Contexto/Enquadramento/Motivação	17
1.2 Problema(s), Hipótese(s) e Objetivos de Investigação	19
1.3 Metodologia de Investigação	20
1.4 Estrutura da Dissertação	20
Revisão Bibliográfica	21
2.1 Introdução	21
2.2 Teorias da aprendizagem multimédia e as novas competências para o século XXI	21
2.3 Aprendizagem online e tecnologia: a importância do vídeo e da narrativa	25
2.4 Os jogos/desafios de estratégia como fatores de aprendizagem	35
2.5 Conclusões.....	37
Estudo Empírico/Metodologia	38
3.1 Questões de investigação	38
3.2 Procedimentos.....	39
3.2.1 Grupo 1 - Vídeo educativo direto	39
3.2.1.1 Investigação	39
3.2.1.2 Desenho da aula	39
3.2.1.3 Conteúdo matemático do vídeo "Completar o quadrado"	40
3.2.1.4 Conteúdo da aula em complemento do vídeo visualizado.....	41
3.2.2 Grupo 2 - Vídeo educativo com narrativa e enquadramento histórico	43
3.2.2.1 Investigação	43
3.2.2.2 Desenho da aula	43
3.2.2.3 Conteúdo matemático do vídeo "Esse tal de Bhaskara"	43
3.2.2.4 Conteúdo da aula em complemento do vídeo visualizado.....	45
3.2.3 Grupo 3 - Desafio/Jogo matemático	46
3.2.3.1 Investigação	46
3.2.3.2 Desenho da aula	46
3.2.3.3 Conteúdo matemático/Desafio "Completar o quadrado"	46
3.2.3.4 Resolução do desafio "Completar o quadrado"	48
3.3 Amostra.....	49
3.4 Resultados e discussão.....	51

3.4.1	Dados estatísticos da ficha de avaliação e respetiva análise.....	51
3.4.1.1	Resultado total da aprendizagem por grupo	51
3.4.1.2	Resultado das questões algébrica e geométrica	53
3.4.2	Dados estatísticos do inquérito e respetiva análise.....	55
3.4.2.1	Questão 1 - Com que frequência recorre a recursos educativos online (gratuitos)?.....	55
3.4.2.2	Questão 2 - Os recursos online livres contribuem para uma melhoria na aprendizagem dos alunos?	59
3.4.2.3	Questão 3 - Existe um grande número de vídeos educativos online, de matemática que contribuem para o sucesso à disciplina?	60
3.4.2.4	Questão 4 - Existe um grande número de vídeos educativos online, de matemática que contribuem para aumentar o conhecimento geral à disciplina?	61
3.5	Conclusões.....	62
Conclusões.....		64
4.1.	Satisfação dos Objetivos.....	64
Referências.....		65
Anexos		67
6.1	Anexo A - Vídeos educativos matemáticos online em versão Portuguesa recurso a Khan Academy	67
6.2	Anexo B - Inquérito	72
6.3.	Anexo C - Ficha de avaliação de conhecimentos	73
6.4.	Anexo D - Dados recolhidos para investigação.....	74
6.5.	Anexo E - Grupos de amostra iniciais	75
6.6.	Anexo F - Médias por grupo à disciplina de matemática no Ensino Secundário	77
6.7.	Anexo G - Notas da avaliação da aprendizagem por grupo.....	79
6.8.	Anexo H - Notas da questão algébrica por grupo.....	81
6.9.	Anexo I - Notas da questão geométrica por grupo	83
6.10.	Anexo J - Notas na questão algébrica e geométrica dos alunos dos três grupos	85
6.11.	Anexo K - Análise matemática: divisão da utilização dos recursos educativos online e subdivisão em sexo.....	86
6.12	Anexo L - Análise matemática: divisão da utilização por sexo e subdivisão por utilização dos recursos educativos online	87
Índice Remissivo.....		88

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Percentagem de alunos por grupo	49
Gráfico 2: Percentagem de alunos por género nos grupos	50
Gráfico 3: Média Escolar à disciplina de Matemática por grupo	50
Gráfico 4: Relação entre o sexo dos elementos e a nota total obtida na avaliação	52
Gráfico 5 – Avaliação da aprendizagem	53
Gráfico 6 – Notas na questão algébrica dos Alunos dos três grupos.	54
Gráfico 7 – Notas na questão geométrica dos Alunos dos três grupos.	54
Gráfico 8 – Frequência de utilização de recursos educativos online gratuitos por grupo	56
Gráfico 9 – Nova categorização da utilização dos recursos educativos online	56
Gráfico 10 – Divisão da utilização dos recursos educativos online e subdivisão por sexo	57
Gráfico 11 – Divisão dos alunos por sexo e subdivisão em utilização dos recursos educativos online	58
Gráfico 12 – Recursos online/melhoria na aprendizagem	59
Gráfico 13 – Percentagem de recursos online/melhoria na aprendizagem	60
Gráfico 14 – Distribuição das preferências dos alunos em relação à questão 3	61
Gráfico 15 – Distribuição das preferências dos alunos em relação à questão 4	62

Lista de Tabelas

Tabela 1: Número de alunos em análise e distribuição da amostra por grupos	49
Tabela 2: Número de alunos por género nos grupos	50
Tabela 3: Percentagem de alunos por género nos grupos	50
Tabela 4 – Média escolar e desvio padrão, à disciplina de matemática, dos três grupos	51
Tabela 5 – Relação entre o sexo dos elementos e a nota total obtida na avaliação	52
Tabela 6 – Resumo das notas da avaliação da aprendizagem nos três grupos	53
Tabela 7 – Média em percentagem obtida pelos grupos na questão algébrica	54
Tabela 8 – Média em percentagem obtida pelos grupos na questão geométrica	54
Tabela 9 – Média em percentagem obtida pelos grupos na questão algébrica e geométrica	55
Tabela 10 – Frequência de utilização de recursos educativos online gratuitos	56
Tabela 11: Distribuição dos alunos por grupo e por sexo na utilização de recursos educativos online.	57
Tabela 12- Distribuição dos alunos por sexo na utilização de recursos educativos online.	57
Tabela 13- Distribuição das preferências dos alunos em relação à questão 2.	59
Tabela 14- Distribuição dos alunos por género e suas preferências em relação à questão 2.	60
Tabela 15- Distribuição das preferências dos alunos em relação à questão 3.	61
Tabela 16- Distribuição das preferências dos alunos em relação à questão 4.	62
Tabela 17 – Dados estatísticos recolhidos na investigação	74
Tabela 18 - Médias à disciplina de matemática do Grupo 1	75
Tabela 19 - Médias à disciplina de matemática do Grupo 2	76
Tabela 20 - Médias à disciplina de matemática do Grupo 3	76
Tabela 21 – Média escolar dos elementos do grupo 1 no Ensino Secundário	77
Tabela 22 – Média escolar dos elementos do grupo 2 no Ensino Secundário	77
Tabela 23 – Média escolar dos elementos do grupo 3 no Ensino Secundário	78
Tabela 24 – Notas da avaliação da aprendizagem - grupo 1	79
Tabela 25 – Notas da avaliação da aprendizagem - grupo 2	80
Tabela 26 – Notas da avaliação da aprendizagem - grupo 3	80
Tabela 27 - Notas na questão algébrica dos alunos do grupo 1	81
Tabela 28 - Notas na questão algébrica dos alunos do grupo 2	81
Tabela 29 - Notas na questão algébrica dos alunos do grupo 3	82
Tabela 30 - Notas na questão geométrica dos alunos do grupo 1	83

Tabela 31 - Notas na questão geométrica dos alunos do grupo 2	84
Tabela 32 - Notas na questão geométrica dos alunos do grupo 3	84
Tabela 33 - Notas na questão algébrica dos alunos dos três grupos	85
Tabela 34 - Notas na questão geométrica dos alunos dos três grupos	85

Abreviaturas e Símbolos

DNA	Ácido desoxirribonucleico
EUA	Estados Unidos da América
NCTM	Conselho Nacional de Professores de Matemática
OEM	Movimento de educação aberta
PT	Portugal Telecom
UNESP	Universidade Estadual de São Paulo
WWW	World Wide Web

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto/Enquadramento/Motivação

A investigação produzida na área educacional de multimédia foi conduzida para a abordagem dos efeitos da utilização do vídeo online na aprendizagem.

Possibilitar, promover e estimular a aprendizagem de todos os cidadãos de forma eficaz e otimizando os escassos recursos existentes é uma necessidade atual.

Temos que criar condições para que cada vez mais cidadãos tenham plena capacidade de pensar, agir, tomar decisões de forma consciente e refletida que permitam um aumento das competências criativas.

O fenómeno do vídeo educativo online está cada vez mais presente na internet. A aprendizagem online é uma realidade dos nossos dias. Existe uma aposta crescente na produção e disponibilização gratuita de vídeos educativos de ciência online. Estes vídeos vão surgindo disponíveis na Internet de forma exponencial, alguns de fabrico caseiro, outros com o apoio de instituições governamentais e de empresas patrocinadoras. Temos o atual exemplo em Portugal do apoio da Portugal Telecom ao ensino, através da disponibilização de vídeos educativos online, utilizando os recursos da Khan Academy¹, num esforço de adaptar o sucesso desta iniciativa à realidade educativa Portuguesa.

¹ Vídeos educativos matemáticos online em versão portuguesa recursos Khan Academy – Anexo A

No entanto, faltam estudos sobre a aprendizagem proporcionada pela utilização dos vídeos educativos online. Em Portugal, os dados atuais sobre a eficácia da utilização dos vídeos educativos matemáticos online na aprendizagem são escassos ou quase inexistentes.

Perceber as vantagens da utilização dos vídeos educativos matemáticos e estudar a sua eficácia e atratividade para os utilizadores online, com particular destaque para a comunidade de estudantes portugueses como auxiliar das aprendizagens curriculares, pode levar o Estado, Empresas e Particulares a reencaminhar os seus esforços segundo uma orientação que otimiza os recursos existentes. Investir na educação de uma forma séria e eficaz é o desejo de todos enquanto cidadãos de plena consciência coletiva. Compreender quais os investimentos que devem ser reforçados pode ser fundamental para orientar políticas de aprendizagem a incrementar e incentivar. Como constata Taimi Paadre² na sua investigação, realizada em 2011, os decisores políticos e os profissionais querem conhecer a eficácia da Internet baseada em abordagens interativas e precisam de informações sobre as condições em que a aprendizagem online é eficaz.

A utilização de vídeos educativos online com narrativa pode ajudar na motivação dos alunos para a aprendizagem da matemática. Como afirma Wilmara Corrêa Harder³, os vídeos tornaram-se um passatempo importante para os adultos jovens, mas eles são, potencialmente, uma ferramenta poderosa que pode ser usada em grande variedade de contextos educativos.

Investigar sobre as potencialidades da utilização do vídeo na aprendizagem é fundamental, são várias as pessoas⁴ a constatar essa necessidade, tal como se pode ler nas considerações finais da X ata do Congresso Internacional de Galego-Português de psicopedagogia da Universidade do Minho, 2009: "importa que a comunidade científica invista mais em investigação que possa atestar a favor da importância da utilização do vídeo, em contexto educativo tanto na educação presencial como na educação online, por forma a que professores e alunos possam usufruir de formas alternativas de exploração de realidades que às vezes se mostram bem abstratas e para as quais o vídeo pode ser um recurso bem eficaz."

Quando pensamos em formas de aprendizagem online atraentes, temos que falar sobre o jogo educativo, pois este permite-nos criar e desenvolver capacidades intelectuais e aprendizagem de regras múltiplas.

² Paadre, Taimi (2011) "Did Learning Mathematics Online increase Students' Math Proficiency? An Outcome Study of a Vocational High School's use of an Online Mathematics Program" Tese Doutoramento. Northeastern University Boston, Massachusetts

³ Harder, Wilmara (2007) "Determining the effectiveness of online videos in modifying students' perceptions and knowledge regarding study abroad programs". Tese de Doutoramento. The Pennsylvania State University EUA

⁴ Lisboa, Eliana; Bottentuit, João; Coutinho, Clara (2009) "O contributo do vídeo na educação online" Documento da ata X do Congresso Internacional Galego-Português da Psicopedagogia Universidade do Minho

A presente investigação foi motivada pelas experiências vividas na prática educativa do ensino da matemática. No contexto atual existe um esforço Internacional em programas de incentivo ao desenvolvimento de competências matemáticas. Estamos em 2013 - ANO DA MATEMÁTICA DO PLANETA TERRA - e coloca-se um desafio à escala mundial que consiste no desenvolvimento de atividades científicas e de divulgação, com o objetivo de tornar visível o papel que a matemática desempenha em questões que afetam o nosso Planeta Terra. Temos que sensibilizar e consciencializar para podermos preservar e proteger.

De acordo com diversos investigadores verifica-se que as crianças estão cada vez mais dependentes de simulações visuais e estímulos constantes para desenvolver as capacidades de aprendizagem.

Este estudo é um esforço para olhar para o vídeo educativo online como uma ferramenta que poderá potenciar uma melhor aprendizagem da matemática e perceber como o vídeo pode ser um fator de motivação. Entender como a comunidade escolar está a aderir a esta nova realidade e verificar a importância da dimensão visual na aprendizagem é inevitavelmente um estudo que para além de pretender compreender a vantagem da utilização do vídeo, quer contribuir para a compreensão em termos gerais da aprendizagem online.

1.2 Problema(s), Hipótese(s) e Objetivos de Investigação

O problema da escassez de investigações sobre as potencialidades para a aprendizagem da matemática, através da utilização dos vídeos e jogos educativos, de divulgação da Ciência online, bem como a forte convicção da importância que estes podem representar para uma mudança positiva na aprendizagem, foram fontes de inspiração para este estudo.

Duas questões de pesquisa foram formuladas:

A aprendizagem de conteúdos matemáticos poderá ser potenciada com a utilização de vídeo educativo?

A eficácia do vídeo educativo será diferente consoante o tipo de conteúdo e de estratégia pedagógica?

As narrativas têm o poder de seduzir e envolver o ser humano. Quem é que não ficou já deslumbrado com a compreensão de um acontecimento histórico depois de ter percebido o contexto e a mentalidade da época associado ao mesmo?

O jogo ou desafio matemático é uma ferramenta educativa que treina as competências cognitivas de forma lúdica aproveitando a tendência do ser humano para socializar, aplicar, praticar e brincar.

Desta forma em relação à introdução da narrativa no vídeo e à utilização dos jogos ou desafios matemáticos é nossa convicção que estes influenciam positivamente os resultados da aprendizagem.

1.3 Metodologia de Investigação

Para compreender as vantagens da utilização dos vídeos educativos de matemática online utilizamos três grupos de alunos do ensino secundário, selecionados de acordo com as suas classificações internas.

A investigação foi realizada a partir de três aulas expositivas, uma para cada grupo de investigação, sobre a temática de “Completar o Quadrado”, cada uma delas com recurso a uma ferramenta educativa diferente. Todas as investigações seguiram as mesmas etapas: aula com recurso em análise, inquérito e ficha de avaliação.

A natureza do estudo é quantitativa com variáveis discretas.

1.4 Estrutura da Dissertação

Para além da introdução, esta dissertação contém mais 3 capítulos. No capítulo 2 é descrito o estado da arte e são apresentados trabalhos relacionados. No capítulo 3 é efetuado o estudo empírico da investigação e descrição da metodologia utilizada. No quarto e último capítulo são descritas as conclusões e referido o trabalho futuro.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2.1 Introdução

A aprendizagem da matemática através do vídeo online remete-nos para um amplo campo de estudos, abrangendo áreas que vão da psicologia à educação e da tecnologia à criatividade. Neste sentido procuramos estruturar a revisão da literatura em torno de vários pontos que sintetizam as principais dimensões em jogo: teorias da aprendizagem multimédia e as novas competências para o século XXI; aprendizagem online e tecnologia: a importância do vídeo e da narrativa e os jogos/desafios de estratégia como fatores de aprendizagem.

2.2 Teorias da aprendizagem multimédia e as novas competências para o século XXI

De acordo com o documento guia sobre Educação e Competitividade as Novas Competências do Século 21^{5,6} é necessário traçar um novo caminho para a educação de modo a garantir o crescimento económico. A ênfase do documento é colocada nas mudanças da educação que permitam um aumento da capacidade de criatividade e um espírito crítico dos seus cidadãos⁷.

⁵ Site Partnership for 21st Century Skills, <http://www.p21.org/>

⁶ Partnership for 21st Century Skills, (2008). 21 st Century Skills, Education & Competitiveness, a resource and policy guide, (consultado pela última vez em 30/05/2013)
http://www.p21.org/storage/documents/21st_century_skills_education_and_competitiveness_guide.pdf,
(consultado pela última vez em 07/06/2013)

⁷ Observação: Vamos utilizar um conjunto de estudos Americanos dado a ausência de investigações e Estudos Nacionais sobre os temas em estudo.

Vários autores argumentam sobre a importância da criatividade nas sociedades contemporâneas. Richard Florida, no referido documento, considera mesmo a idade atual como a era da criatividade, e destaca as capacidades criativas como o motor principal de expansão da economia.

Thomas L. Friedman realça, por sua vez, a dimensão política da criatividade referindo que a capacidade de agir com imaginação é decisiva para a condução dos destinos de uma nação e para o aumento do padrão de vida do país.

Na mesma linha, Sir Ken Robinson vai mais longe afirmando que “desenvolvemos sistemas de educação nacionais onde os erros são a pior coisa que podemos fazer, na palestra⁸ intitulada as *escolas matam a criatividade*. O problema é que estamos a educar pessoas sem as suas capacidades criativas. Somos educados para perder a criatividade.”

Ele constata que todos os sistemas de educação no planeta têm a mesma hierarquia de matérias: “no topo estão a matemática e as línguas, depois as humanidades e na base estão as artes. Mesmo dentro das artes existe uma hierarquia; a pintura e a música têm normalmente mais importância nas escolas, do que o teatro e a dança.”

Os defeitos destes sistemas de educação são diversos. Ken Robinson destaca o seguinte: “a consequência é que muita gente altamente talentosa, brilhante, criativa, pensa que não o é, porque a coisa em que eram bons na escola não era valorizada ou era até estigmatizada.”

Ken Robinson na referida conferência alerta para a necessidade urgente de repensar a noção de inteligência. “Sabemos que:

- A inteligência é diversa. Pensamos acerca do mundo de todas as formas em que o experimentamos. Pensamos visualmente, pensamos com som, pensamos cinestésicamente, pensamos em termos abstratos,
- A inteligência é dinâmica. Se olharmos para as interações do cérebro humano, a inteligência é maravilhosamente interativa. O cérebro não está dividido em compartimentos. De facto, a criatividade, que definimos como o processo de gerar ideias originais e com valor, surge normalmente através da interação de diferentes formas de ver as coisas.”

O estudo e a compreensão sobre a forma como as pessoas descobrem a sua criatividade é considerado por Ken Robinson um elemento decisivo para o avanço dos programas de intervenção.

Repensar o ensino, a forma como devemos descobrir os talentos individuais, está intimamente ligado à necessidade de repensar a forma como aprendemos.

⁸ Palestra ted talks (2006) “Ken Robinson says schools kill creativity” (última consulta 07/06/2013)
<http://www.ted.com/talks/ken>

Todos percebemos que a forma tradicional como o ensino e a aprendizagem estão organizadas não responde às necessidades dos nossos jovens. Mas como mudar e integrar novas tecnologias, novas formas de pensar, no novo paradigma da aprendizagem?

José Manuel Moran⁹ afirma que “tal como em outras épocas há uma expectativa de que as novas tecnologias nos trarão soluções rápidas para o ensino. Sem dúvida que as tecnologias permitem-nos ampliar o conceito de aula, de espaço e tempo, de comunicação audiovisual, e estabelecer pontes novas entre o presencial e o virtual. Contudo se ensinar dependesse só de tecnologias já teríamos achado as melhores soluções há muito tempo. As tecnologias são importantes, mas não resolvem as questões de fundo. Ensinar e aprender são os maiores desafios que enfrentamos em todas as épocas e particularmente agora em que estamos pressionados pela transição do modelo de gestão industrial para o da informação e do conhecimento.”(pg.1)

A revisão dos estudos efetuada conduziu-nos a uma sistematização das teorias subjacentes à aprendizagem multimédia.

A teoria cognitiva da aprendizagem multimédia, segundo Richard E. Mayer & Moreno¹⁰, possui três pressupostos:

- O pressuposto do canal duplo;
- O pressuposto da capacidade limitada;
- E por último o pressuposto do processamento ativo.

O pressuposto do canal duplo afirma que o ser humano possui canais distintos para processar as informações visuais e auditivas.

O pressuposto da capacidade limitada diz que existem limites para a capacidade de informação que se consegue processar simultaneamente em cada canal.

Por fim, o pressuposto do processamento ativo assegura que a aprendizagem ativa processa-se selecionando e organizando as informações relevantes em representações mentais coerentes que se integram com os outros conhecimentos.

⁹ Moran, José (2007) “Novas Tecnologias e mediação Pedagógica”, 13ª edição. Capítulo 1: Ensino e Aprendizagem Inovadores com Tecnologias Audiovisuais. (última consulta 17/06/2013) http://www.vanzolini-ead.org.br/wwwescola/downloads/int01_material_de_apoio.doc

¹⁰ Mayer & Moreno (1998) “A cognitive theory of multimédia learning implications for design principles” Atas da conferência anual ACM SIGCHI sobre fatores Humanos em Sistemas Computacionais, Los Angeles, CA
<https://www.zotero.org/clintlalonde/items/4FTRMJXV>
<https://gustavus.edu/education/courses/edu241/mmtheory.pdf>

Para Gary Long¹¹ a teoria cognitiva da aprendizagem multimídia consiste num conjunto de explicações sobre o meio como a aprendizagem multimídia ocorre. Perceber como a aprendizagem multimídia se processa é para muitos investigadores o ponto de partida para o estudo das diversas formas de aprendizagem realizada com ferramentas multimídia.

Na investigação de Gary Long a questão mais importante no desenho da comunicação multimídia é não esquecer que a capacidade de aprendizagem é limitada logo, é importante não obrigar o aluno a envolver-se com processos estranhos que o levam a uma aprendizagem ineficiente (pg.36).

Destacando de entre as ferramentas multimídia o vídeo, a nossa preocupação é perceber como é que este deve ser criado de modo a otimizar a aprendizagem.

Tal como surge descrito na investigação de Gary Long, os pesquisadores da equipa de Mayer estabeleceram cinco princípios que fornecem orientações preciosas para a criação de vídeos educativos:

- Coerência - as pessoas aprendem melhor quando o material supérfluo é excluído da aula multimídia. Em 2008, 13 das 14 experiências conduzidas por Mayer e a sua equipa concluíram que os alunos que visualizaram vídeos com uma versão sucinta tiveram maior sucesso em relação aos que visualizaram uma versão expandida. (pg.37);
- Sinalização – as pessoas aprendem melhor a partir de uma lição multimídia quando as palavras essenciais são destacadas. (pg.37);
- Redundância – as pessoas aprendem melhor a partir de animação e narração do que de texto simples (pg.38);
- Contiguidade espacial – as pessoas aprendem melhor quando as palavras e imagens correspondentes são apresentadas juntas ou seja mais perto do que longe quer em página ou tela (pg.38);
- Contiguidade temporal – as pessoas aprendem melhor quando a narração correspondente e animação são apresentadas em simultâneo em vez de sucessivamente (pg.39).

Desta forma Gary Long constata, ainda, que para facilitar a aprendizagem de conceitos complexos Mayer & Moreno definiram três princípios essenciais que têm sido comprovados empiricamente: (pg.39 e 40)

- Segmentação – as pessoas aprendem melhor quando uma animação narrada é apresentada aos alunos em segmentos e não como um processo contínuo;

¹¹ Long, Gary (2010) “Community and videos: An action plan to increase success rates in California community college developmental mathematics” Tese de Doutoramento não publicada. Capella University EUA

- Pré treinamento – as pessoas aprendem melhor a partir de uma narração animada quando já sabem os nomes e características das componentes essenciais;
- Modalidade – as pessoas aprendem melhor a partir de gráficos com texto falado, em vez de gráficos com texto impresso.

Sendo assim é importante percebermos em que consiste a aprendizagem online e tecnológica tendo como suporte o vídeo e a narrativa.

2.3 Aprendizagem online e tecnologia: a importância do vídeo e da narrativa

Segundo o exposto no Manual de Ferramentas da Web 2.0 para professores¹² “a diversidade de recursos na Internet é grande, implicando tempo de pesquisa e de exploração. Para todas as disciplinas há conteúdos, atividades com correção automática, simulações e jogos.” (pg.80).

Todos os intervenientes na educação devem procurar educar e formar os seus jovens de forma responsável com recurso à diversidade de materiais existentes na Internet.

No Manual de Ferramentas da Web 2.0 para professor e segundo Adelina Moura no seu artigo *A Web 2.0 e as Tecnologias Móveis* é fundamental a utilização das vantagens pedagógicas das ferramentas Web 2.0, e constata que “apesar das limitações que os dispositivos móveis ainda apresentam, tamanho do ecrã, memória, armazenamento e velocidade de banda é já possível utilizar estes dispositivos em contexto educativo”(pg.142) uma vez que “os alunos de hoje manejam habilmente os dispositivos móveis, que é preciso valorizar, como se valorizaram no passado a introdução de outras ferramentas de apoio ao processo de ensino aprendizagem.”

Na mesma linha de pensamento encontramos a recente investigação realizada por Marvin LeNoue¹³ sobre o *Uso de Sites e Redes Sociais para o Ensino e Aprendizagem* que aborda com muita ênfase o tema comum na literatura atual onde se descreve o futuro da educação suportado por tecnologias e redes digitais.

Quando falamos de aprendizagem online também falamos, inevitavelmente, do movimento de educação aberta (OEM). Segundo a opinião de Marvin LeNoue e referenciando Baraniuk: “o movimento de educação aberto é um fenómeno popular que promete mudar a forma como

¹² Carvalho, Ana org (2008) “Manual de Ferramentas da Web 2.0 para Professores” Ministério da educação http://www.crie.min-edu.pt/publico/web20/manual_web20-professores.pdf

¹³ LeNoue, Marvin (2012) Educational social software: The use of social network sites for teaching and learning Tese de Doutoramento Mayor School: Education

autores, instrutores e alunos interagem no mundo”. Segundo o investigador existem alguns princípios a ter em conta:

- O conhecimento deve ser livre e aberto para uso e reuso;
- A colaboração deve ser mais fácil;
- As pessoas devem receber crédito e parabéns por contribuir para a educação e pesquisa;
- Conceitos e ideias estão ligadas de maneira incomum e surpreendente, e não de forma linear simples como os livros apresentam.

Em particular, relativamente ao último princípio, se pensarmos nos conceitos matemáticos que nos são apresentados de forma organizada e bem estruturada, por vezes, não refletem o trabalho de investigação, o esforço e os altos e baixos na sua criação que inúmeros matemáticos tiveram.

Marvin LeNoue apoiado nos estudos realizados por Greenhow e Robelia constata que os sites e redes sociais servem como importante recursos educacionais informais e permitem uma série de tarefas de alfabetização complexas entre os alunos dos EUA (pg 15). Será que este fenómeno ocorre da mesma forma nos outros lugares do planeta? Em particular interessa-nos perceber como este fenómeno está a influenciar os alunos e a aprendizagem em Portugal.

Contudo não temos investigações suficientes para obter respostas no caso Português.

Perceber as vantagens e inconvenientes da aprendizagem online, seja formal ou informal, é fundamental para que os agentes educativos a aceitem e a implementem.

Marvin LeNoue partilha das opiniões correntes entre os pesquisadores da área, que:

- As tecnologias removem barreiras institucionais tradicionais.
- O controle da aprendizagem é atualmente colocado nas mãos dos estudantes.

Uma das questões orientadoras da investigação de Marvin LeNoue, foi: “Quais as percepções dos educadores a respeito da utilidade geral, benefício e inconvenientes de sites e redes sociais como ferramentas de ensino?” (pg 19). Esta é uma questão que nos preocupa a todos enquanto agentes educativos e utilizadores ativos de sites e redes sociais. E não menos importante é saber: “Quais são os pontos de vista dos peritos em causa e professores experientes com o uso de sites e redes sociais na sua prática como potencial dessa tecnologia para gerar mudanças no paradigma do ensino?”

Estudos que reforçam a importância do uso da tecnologia e internet no ensino/aprendizagem estão a ser feitos um pouco por todo o mundo.

Um estudo que relaciona tecnologia com desempenho escolar foi realizado pelo núcleo de ensino da Universidade Estadual de São Paulo¹⁴ tendo mostrado que o uso de ferramentas tecnológicas educativas melhora, em média, em 32% o rendimento dos alunos em matemática e física em comparação aos conteúdos trabalhados de forma expositiva em sala de aula.

Este estudo foi realizado durante dois anos e avaliou o desempenho de 400 estudantes de oito turmas de 2ºanos e 3ºanos da escola estadual Bento de Abreu, em Araraquara, no interior de São Paulo. “As aulas foram divididas entre expositivas e atividades que contavam com o que a pesquisa de objetos de aprendizagem, ou seja, recursos tecnológicos que permitem a interação com o conteúdo, como animações, simulações e jogos.” A forma de motivar os alunos para a aprendizagem consistiu na criação de jogos que retratam casos práticos do dia a dia. “Um desses jogos, por exemplo, ensinava análise combinatória. Nele, os alunos precisavam analisar quantas possibilidades de roupa a Susana, poderia usar para ir ao baile. Já noutro, usavam o jogo para organizar diferentes equipas de futebol como forma de aprender sobre arranjos matemáticos.” Verificou-se que a aprendizagem realizada não era homogênea para todos os grupos de alunos. Assim, “a pesquisa mostrou que os estudantes com menor desempenho em sala de aula obtiveram maior rendimento com o uso das ferramentas tecnológicas. Aqueles com média cinco ou abaixo desse valor, melhoraram em 51% o seu desempenho em física e matemática. Já aqueles com média acima de cinco, obtiveram um ganho médio de 13%.”

Silvio Fiscarelli, coordenador do projeto e responsável pelo departamento de didática da Unesp (Universidade Estadual de São Paulo), salienta uma das conclusões do estudo: “isto mostra que os alunos que têm maior dificuldade de aprendizagem são os mais beneficiados pelo uso dessa tecnologia. Esses índices evidenciam a importância de olhar com mais atenção para a criação e difusão de recursos que ajudem a inovar as metodologias didáticas”.

Uma nova fase de estudo está em preparação que contará com uma amostra de 600 alunos e algumas mudanças de desenho de investigação. Estudos como este são, na nossa opinião, fundamentais para perceber a melhor forma de realizar com sucesso a aprendizagem.

Luciano Meira¹⁵ afirma que é necessário mudar o DNA da escola que ainda insiste em paradigmas como transmissão, absorção, retenção, reprovação e controle. A aprendizagem deve basear-se em diversão, diálogo, desafio, narrativa e aventura. Luciano Meira na palestra que deu sobre o uso da tecnologia na educação afirma que “a missão da escola, o seu DNA constitutivo

¹⁴ Alencar, Vagner (2013) Núcleo de ensino da UNESP “Tecnologia e desempenho escolar” Portal aprendiz <http://portal.aprendiz.uol.com.br/2013/02/04/estudo-relaciona-tecnologia-com-desempenho-escolar/>

¹⁵ Meira, Luciano (2012) “Precisamos de mudar o DNA da educação” Palestra sobre uso da tecnologia na educação <http://porvir.org/porpensar/precisamos-mudar-dna-da-educacao/20121022>

parece estar no ensino, mas isso não produz a reciprocidade da aprendizagem. Estamos a usar as metáforas erradas”.

Ele reforça a ideia que existe um fosso enorme entre o que os alunos esperam da escola e o que ela lhes oferece. Meira desenha uma escola com encantamento, surpresa e curiosidade.

Segundo Ike Shibley¹⁶ é uma tarefa difícil, por vezes, para os professores convencer os alunos que eles precisam de aprender com um esforço próprio e este considera que com a aprendizagem online os alunos sentem a necessidade de investirem na aprendizagem sem esperar o amuleto do professor. Ike Shibley define 15 diferenças principais entre a aprendizagem online e a aprendizagem face a face. Destacando algumas dessas diferenças temos:

- A interação do aluno com o conteúdo;
- A necessidade de retorno imediato;
- A facilidade de avaliação;

E, no entanto, apesar das diferenças entre o ensino online e face a face, Ike Shibley diz que os dois têm muito mais em comum do que inicialmente se acreditava, porque, no final, a eficácia do ensino transcende o formato do curso.

Perceber as diferenças entre a aprendizagem online e a tradicional, bem como a eficácia produzida por ambas foi, também, alvo do estudo realizado por Olomeruom Okonta¹⁷ na sua investigação.

Este investigador destaca os avisos que constam do relatório¹⁸ produzido pelo departamento de educação dos EUA depois de uma Metanálise e revisão de estudos sobre a aprendizagem online:

- Alertou que os educadores na tomada de decisões sobre a aprendizagem online precisam de pesquisas rigorosas sobre a análise da eficácia da aprendizagem online para os diferentes tipos de alunos e assuntos, bem como estudos sobre a eficácia relativa de diferentes práticas de aprendizagem online.

¹⁶ Shibley, Ike (2010) “Teaching Online vs. F2F: 15 Differences That Affect Learning” Penn State Berks <http://www.facultyfocus.com/seminars/teaching-online-vs-f2f-15-differences-that-affect-learning/?aa=14677>

¹⁷ Okonta, Olomeruom (2010) “Effects of online interaction via computer-mediated communication (CMC) tools on an e-mathematics learning outcome” Tese de Doutoramento Capella University EUA

¹⁸ Means, Barbara; Toyama, Yukie; Murphy, Robert; Bakia, Marianne; Jones, Karla (2010) “Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning. A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies.” Center for Technology in Learning U.S. Department of Education <http://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf>

- Informou que em média os estudantes desempenham melhor as instruções em condições de aprendizagem online do que com instruções face a face.

Como se pode ler na investigação comparativa realizada, em 2011, sobre os resultados da aprendizagem na educação à distância em relação à que é feita face a face¹⁹, os decisores políticos e os profissionais querem saber sobre a eficácia da Internet baseada em abordagens interativas de aprendizagem online e precisam de informações sobre as condições em que esta é eficaz.

Principais conclusões da investigação:

- Os alunos que fizeram todo ou parte do seu curso online têm melhor desempenho em média do que os que tiveram a instrução presencial tradicional;
- Os resultados foram melhores para os alunos em que a instrução online foi de colaboração ou instrutor dirigido do que nos casos onde os alunos trabalhavam online de forma independente.
- A maioria das variações na forma em que os diferentes estudos de aprendizagem online foram implementados não afetou os resultados da aprendizagem dos alunos de forma significativa.
- A eficácia de abordagens de aprendizagem online parece bastante ampla entre diferentes tipos de conteúdos e alunos.
- Elementos tais como vídeo ou testes online não parecem influenciar o que os alunos aprendem nas aulas online.

As inúmeras pesquisas que já existem nesta área revelam que, além das vantagens da aprendizagem online, a maioria dos investigadores concordam com a opinião expressa por Taimi H. Paadre²⁰, no seu trabalho de investigação, onde afirma que “muita confusão permanece em relação à eficácia da aprendizagem online e muitas questões permanecem ainda sem resposta. É evidente que há diferentes perspetivas e abordagens para investigar e compreender a introdução de tecnologia para o sistema educacional e da necessidade de mais pesquisas nesta área.”

¹⁹ USDE (2011) “Research on the Effectiveness of Online Learning – A compilation of Research on Online Learning” The Future of State Universities [http://academicpartnerships.com/docs/default-document-library/white-paper-final-9-22-2011-\(1\).pdf?sfvrsn=0](http://academicpartnerships.com/docs/default-document-library/white-paper-final-9-22-2011-(1).pdf?sfvrsn=0)

²⁰ Paadre, Taimi (2011) “Did Learning Mathematics Online increase Students’ Math Proficiency? An Outcome Study of a Vocational High School’s use of an Online Mathematics Program” Tese Doutoramento. Northeastern University Boston, Massachusetts

Na opinião de José Moran²¹ a linguagem audiovisual desenvolve múltiplas atitudes perceptivas; solicita constantemente a imaginação e reinveste a afetividade com um papel de mediação primordial no mundo; enquanto a linguagem escrita desenvolve mais o rigor, a organização, a abstração e a análise lógica.

Os vídeos educativos permitem-nos integrar num mundo virtual o que pode ser difícil de experimentar na realidade.

Segundo José Moran “aprendemos melhor quando vivenciamos, experimentamos e sentimos. Aprendemos quando relacionamos, estabelecemos vínculos, laços, entre o que estava solto, caótico, disperso, integrando-o num novo contexto, dando-lhe significado, encontrando um novo sentido.”. Mas, vivenciar determinadas situações é impossível sem o auxílio das ferramentas multimédia.

“A cada dia que passa são colocados cerca de 65 mil novos arquivos de vídeo digital à disposição de quem quer visualizá-los.” (pg 26 Manual de Ferramentas da Web 2.0 para professores). A questão que se coloca é: como é que estes vídeos podem contribuir para a aprendizagem?

Existem já alguns estudos sobre a influência da aprendizagem com recurso a vídeo educativo online mas, o esforço em compreender os impactos da aprendizagem online são crescentes a nível Mundial.

Como afirma José Moran, no seu artigo sobre *Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e temáticas*, “na sociedade atual, em virtude da rapidez com que temos que enfrentar situações diferentes a cada momento, cada vez utilizamos mais o processamento multimédia.” A rapidez com que respondemos a situações novas acompanhado da forma como estamos habituados a interiorizar informação levam-nos a reconhecer as vantagens da aprendizagem online. “Por sua vez, os meios de comunicação, principalmente a televisão, utilizam a narrativa com várias linguagens superpostas que nos acostumam, desde pequenos, a valorizar essa forma de lidar com a informação atraente, rápida, sintética, o que traz consequências para a capacidade de compreender temas mais abstratos de longa duração e de menos envolvimento sensorial.”

Vários investigadores e especialistas corroboram em relação a algumas das potencialidades do vídeo na aprendizagem, como é exposto na ata do X congresso Internacional Galego-Português de Psicologia, Herreros (1987), Ferrés (1996) e Moran (1985), enfatizam que o vídeo

²¹ Moran, José (2000) “Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias” *Informática na Educação: Teoria & Prática* ISSN: 1982-1654 <http://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/6474>

pode ser usado na educação online bem como na educação presencial pois, apresenta infinitas potencialidades educativas, tais como:

- Admitir maior complexidade, riqueza expressiva e também experimental;
- Admitir maior densidade e concentração de conhecimentos. Maior amplitude quanto ao número de conceitos;
- Facilitar o desejo de pesquisa nos alunos para aprofundar o assunto do vídeo e da matéria;
- Simular experiências que seriam de difícil visionamento no concreto, um vídeo pode mostrar o crescimento acelerado de uma planta, de uma árvore - da semente até a maturidade - em poucos segundos ou ainda, experiências em química que seriam perigosas em laboratório ou que exigiriam muito tempo e recursos;
- Mostrar determinado conteúdo de ensino, de forma direta ou indireta. De forma direta, quando informa sobre um tema específico orientando a sua interpretação. De forma indireta, quando mostra um tema, permitindo abordagens múltiplas, interdisciplinares;
- Adaptar o visionado do formador ou o formando às suas necessidades e peculiaridades, podendo auto programar o ritmo de descodificação;
- Cumprir uma função fundamentalmente documental.

No congresso concluiu-se que são inúmeras as formas de se utilizar o vídeo na aprendizagem. E caberá ao professor, frente ao conteúdo que será abordado, escolher a melhor forma de incluir este recurso nas aulas, na tentativa de estimular os alunos a desenvolverem competências e habilidades necessárias, para que a partir das informações obtidas através deste recurso possam aplicar a outros contextos da sua vida, assegurando assim, uma aprendizagem significativa e situada.

Seguindo a mesma linha, José Moran lista uma série de abordagens vantajosas na utilização da televisão e do vídeo na educação escolar como surge citado na ata do congresso Galego-Português: Pg 14

- Começar por vídeos mais simples, mais fáceis, e exibir depois vídeos mais complexos e difíceis, tanto do ponto de vista temático quanto técnico. Pode-se partir de vídeos ligados à televisão, vídeos próximos à sensibilidade dos alunos, vídeo mais atraentes, e deixar para depois a exibição de vídeos mais artísticos, mais elaborados.
- Vídeo como sensibilização. É, do nosso ponto de vista, o uso mais importante na escola. Um bom vídeo é interessantíssimo para introduzir um novo assunto, para despertar a curiosidade, a motivação para novos temas. Isso facilitará o desejo de pesquisa nos alunos para aprofundar o assunto do vídeo e da matéria.

- Vídeo como ilustração. O vídeo muitas vezes ajuda a mostrar o que se fala em aula, a compor cenários desconhecidos dos alunos. Por exemplo, um vídeo que exemplifica como eram os romanos na época de Júlio César ou Nero, mesmo que não seja totalmente fiel, ajuda a situar os alunos no tempo histórico. Um vídeo traz para a sala de aula realidades distantes dos alunos como por exemplo a Amazônia ou a África. A vida aproxima-se da escola através do vídeo.
- Vídeo como produção:
 - i) Como documentação, registro de eventos, de aulas, de estudos do meio, de experiências, de entrevistas, depoimentos. Isso facilita o trabalho do professor, dos alunos e dos futuros alunos. O professor deve poder documentar o que é mais importante para o seu trabalho, ter o seu próprio material de vídeo assim como tem os seus livros e planificações para preparar as aulas. O professor deve estar atento para gravar o material audiovisual mais utilizado, para não depender sempre do empréstimo ou aluguer dos mesmos;
 - ii) Como intervenção: interferir, modificar um determinado programa, um material audiovisual, acrescentando uma nova faixa sonora, editando o material de forma compacta ou introduzindo novas cenas com novos significados. O professor precisa perder o medo do vídeo, o respeito que tem por ele e interferir nele como interfere num texto escrito, modificando-o, acrescentando novos dados, novas interpretações, contextos mais próximos do aluno;
 - iii) Vídeo como expressão, como nova forma de comunicação, adaptada à sensibilidade principalmente das crianças e dos jovens. As crianças adoram fazer vídeo e a escola precisa incentivar o máximo possível a produção de pesquisas em vídeo pelos alunos. A produção em vídeo tem uma dimensão moderna e lúdica. Moderna, como um meio contemporâneo, novo e que integra linguagens. Lúdica, pela miniaturização da câmara que permite brincar com a realidade, levá-la junto para qualquer lugar. Filmar é uma das experiências mais envolventes tanto para as crianças como para os adultos. Os alunos podem ser incentivados a produzir dentro de uma determinada matéria, ou dentro de um trabalho interdisciplinar. E também produzir programas informativos, feitos por eles mesmos, e colocá-los em lugares visíveis dentro da escola e em horários em que muitas crianças possam assisti-los.
- Vídeo integrando o processo de avaliação: dos alunos, do professor, do processo.
- Televisão/“Vídeo-espelho”. Vemo-nos na tela e isso possibilita compreendermo-nos, descobrir o nosso corpo e os nossos gestos. "Vídeo-espelho" para análise do grupo e dos

papéis de cada um, para acompanhar o comportamento de cada um do ponto de vista participativo, para incentivar os mais retraídos e pedir aos que falam muito para que deem mais espaço aos colegas. O "vídeo-espelho" é de grande utilidade para o professor se ver, examinar a sua comunicação com os alunos, as suas qualidades e os seus defeitos.

Na investigação levada a cabo, em 2007, por Wilmara Corrêa Harder intitulada: *A determinação da eficácia dos vídeos online em modificar a percepção dos alunos em relação ao estudo no exterior* e já referida neste trabalho, a investigadora cita Hartsell & Yuen, 2006, os quais consideram que “os vídeos podem explicar informações complexas usando descrições através do uso de imagens”.

Wilmara Corrêa Harder reforça que “embora os vídeos possam induzir diferentes experiências virtuais como visualizar conceitos e provocar uma variedade de emoções dentro dos telespectadores é importante ter em mente que os vídeos, às vezes, não são capazes de preencher a lacuna entre o aluno e o conteúdo.”

Já vimos que a oferta de conteúdos online é vasta, que a utilização de tecnologia no ensino é fundamental, que a aprendizagem online está cada vez mais presente no nosso dia a dia e que os vídeos são um dos recursos com enorme potencial na aprendizagem online. Mas, será indiferente a forma como o conteúdo surge no vídeo educativo produzido? Ou um vídeo com narrativa motiva e clarifica o conteúdo apresentado?

É reconhecido por todos que as narrativas envolvem, motivam e atraem de forma surpreendente a atenção de todos. Usar as narrativas na construção dos vídeos pode portanto representar uma mais valia para a construção de vídeos educativos de matemática.

Na investigação *Ensino da matemática através da narração* realizada por Chandra Balakrishnan²² esta afirma que “as narrativas estão intrinsecamente ligadas à maneira como a mente funciona. Nós pensamos, sonhamos e percebemos o mundo em termos de histórias”. Em particular sabemos que as crianças possuem uma predisposição especial para ouvir uma história.

As histórias alimentam-nos a imaginação e aguçam-nos a criatividade. Estas são as duas componentes necessárias para aprender a linguagem matemática mas, é opinião unânime que os professores de matemática tendem a gastar a maior parte do tempo a desenvolver habilidades

²² Balakrishnan, Chandra (2008) “Teaching secondary school mathematics through storytelling” Tese de mestrado. Simon Fraser University

lógicas e analíticas dos seus alunos e não levam em conta a mais poderosa faculdade, a imaginação.

Já falamos em criatividade como motor do desenvolvimento de uma nação e falamos em imaginação como um fator de desenvolvimento pessoal, mas qual a diferença entre criatividade e imaginação?

Segundo Ken Robinson imaginação é abstrata e criatividade é a materialização de uma ideia.

Existe uma história que se conta do matemático David Hilbert que enfatiza a necessidade de ser imaginativo para ser bom matemático. Um dia Hilbert apercebeu-se que um aluno tinha deixado de frequentar as suas aulas de matemática e, quando questionou o motivo, foi informado que este iria tornar-se poeta. Hilbert respondeu então que era boa escolha pois, ele não tinha imaginação suficiente para tornar-se um matemático.

As narrativas não estão só ligadas ao fator imaginação mas também às emoções que elas nos despertam e servem para dar sentido às nossas experiências.

Chandra Balakrishnan, conclui que “não podemos deixar de pensar em termos de histórias quando estamos a recordar o passado, a contemplar o presente ou a antecipar o futuro. Quando dizemos que não podemos dar sentido a algo queremos dizer que não podemos encontrar a história ou inventar uma história sobre ele. Nós olhamos para a vida em termos de histórias, mesmo quando não há história para ser contada. Essa é a nossa forma de dar sentido à vida: fazendo histórias. É a nossa forma de nos lembrarmos de eventos: em termos de histórias.”

O próprio papel da história da matemática que nos ajuda a compreender a forma como os conceitos foram desenvolvidos ao longo do tempo é fundamental para os alunos desconstruírem a ideia da matemática como teoria acabada e bem estruturada, como o já afirmado. A história da matemática pode dar bons guiões para vídeos educativos baseados na narrativa ficcionada de conceitos matemáticos. Nos últimos anos tem havido um interesse particular no papel da história na educação, seja ou não, baseada em fatos reais e inclua ou não, a história da matemática. Como afirma Chandra Balakrishnan “algumas histórias simplesmente acompanham um assunto em matemática e têm pouco a ver com o estabelecimento de significado matemático. Na maioria dos casos, estes são apenas diversões breves para aliviar um pouco a monotonia do "trabalho real".”

Como cita Chandra, de acordo com Egan (2005, p.80), "todo o conhecimento é conhecimento humano", e quando os estudantes veem um conceito através das emoções que

estavam envolvidos na sua descoberta, eles vão compreender o seu significado humano mais profundo. É uma "mistura do drama da descoberta com o drama do descobridor" (Senechal, 2005, p.8).

Finalizando, José Moran reforça que “a criança também é educada pelos media, principalmente pela televisão. Aprende a informar-se, a conhecer - os outros, o mundo, a si mesma -, a sentir, a fantasiar, a relaxar, vendo, ouvindo, "tocando" as pessoas na tela, pessoas estas que lhe mostram como viver, ser feliz e infeliz, amar e odiar. A relação com os media é agradável - ninguém obriga que ela ocorra; é uma relação feita através da sedução, da emoção, da exploração sensorial, da narrativa - aprendemos vendo as histórias dos outros e as histórias que os outros nos contam. Mesmo durante o período escolar os media mostram o mundo de outra forma –mais fácil, agradável, compacta - sem precisar de fazer esforço. Ela fala do quotidiano, dos sentimentos, das novidades. Os media continuam a educar como contraponto à educação convencional, educam enquanto estamos entretidos.”

2.4 Os jogos/desafios de estratégia como fatores de aprendizagem

Quando falamos de jogos matemáticos educativos estamos a pensar, inevitavelmente, em aprendizagem matemática de forma lúdica e atraente.

Em Portugal temos poucas investigações sobre os efeitos dos jogos educativos na aprendizagem. Destacamos a investigação realizada por João Rino²³ sobre o jogo, interações e matemática. Na sua investigação levada a cabo durante 9 anos em escolas primárias Portuguesas, João Rino pesquisou respostas à questão:

Se as crianças estão fortemente motivadas para jogar, quer seja com amigos, familiares ou mesmo nas aulas, poderá o jogo comum, ter uma influência positiva no desenvolvimento das interações sociais e na atitude perante a Matemática?

Rino conclui que se comparar os resultados obtidos pelos jogadores e pelos restantes elementos da turma, verifica-se uma atitude mais crítica e abrangente sobre conteúdos matemáticos nos alunos jogadores do que nos restantes elementos da turma.

²³ Rino, João (2004) “O jogo, Interações e Matemática” Associação de Professores de Matemática.

É unânime que os jogos atraem crianças e adultos e que não podemos desperdiçar essa apetência e poder de atração. Os jogos educativos são fundamentais para motivar alunos para determinadas áreas e saberes.

João Rino refere que “falar em jogos numa forma geral é falar em pensar, em divertir-se, em relacionar-se com os outros. Na aprendizagem o jogo esteve sempre associado à ideia de transmitir conhecimentos numa forma mais leve e dinâmica, à ideia de quebrar uma certa monotonia e austeridade.”

A matemática, em especial devido à sua estrutura complexa e exigente, necessita de ser apresentada de forma lúdica para poder atrair mais jovens. O jogo permite explorar diversas competências intrínsecas ao raciocínio matemático. Promover o jogo matemático é incentivar o gosto por pensar.

Como diz João Rino “a sequência dos jogos apresentados a uma criança em atividades tem importância e é muitas vezes crucial para potenciar o seu desenvolvimento.”

“O jogo tem sobre a criança o poder de um exercitador universal: facilita tanto o progresso da sua personalidade integral, como o progresso de cada uma das suas funções psicológicas, intelectuais e morais.”

Jacquim, 1963

Nesta investigação João Rino alerta para as características gerais do jogo: “o jogo é uma atividade tão antiga como o homem. Ele está ligado ao impulso lúdico do homem, traço de personalidade que persiste desde a infância até à idade adulta. Como traço de personalidade ele encontra a sua fundamentação em características biológicas, culturais e sociais do ser humano.”

O jogo contribui para criar e desenvolver capacidades cognitivas, aprendizagem de regras, conhecimento das coisas, das suas relações, e adaptação social.

Atualmente, para as novas gerações o jogo significa automaticamente novas tecnologias, isto é, jogos online.

Jogar jogos educativos online pode constituir uma ferramenta muito útil para o processo da aprendizagem devido a predisposição dos alunos para o jogo. Na investigação realizada por

Krista Poscente²⁴, intitulada Jogar e Aprender Matemática Online, esta sublinha os apelos do NCTM - Conselho Nacional de Professores de Matemática, com vários pesquisadores a pedir mudança na forma como a matemática é ensinada e as alertas para as vantagens que a utilização de jogos online constitui.

2.5 Conclusões

Os estudos analisados levaram-nos a concluir que o vídeo, como recurso complementar, pode representar uma mais valia muito útil na aprendizagem online. Vários investigadores consideram a narrativa como elemento de motivação para a visualização dos mesmos.

Se ligarmos as vantagens que encontradas na aprendizagem online com a apetência natural das pessoas pela atividade de jogo, nasce a necessidade de se estudar e implementar projetos de jogo matemático online de modo a perceber quais os seus contributos para o aumento das capacidades criativas de todos nós.

Não podemos perder a oportunidade de criar meios para atingir um novo paradigma da aprendizagem:

“Seremos educados para ser criativos”.

²⁴ Poscente, Krista (2009) “Learning to Play with Mathematics Online” Tese de Douturamento. University of Calgary

Capítulo 3

Estudo Empírico/Metodologia

A investigação foi realizada a partir de três aulas expositivas sobre a temática de “Completar o Quadrado”, cada uma delas com recurso a uma ferramenta educativa diferente. Todas as investigações seguiram as mesmas etapas: aula com recurso em análise, inquérito²⁵ e ficha de avaliação²⁶. A natureza do estudo é quantitativa com variáveis discretas²⁷.

3.1 Questões de investigação

A necessidade de arranjar ferramentas que contribuam para o aumento da aprendizagem e tendo como fim último potenciar uma população criativa leva-nos ao estudo da utilização dos vídeos e jogos educativos assim como os seus contributos positivos.

Central para os argumentos apresentados é a ideia de que o vídeo com narrativa é um fator fundamental para a aprendizagem em contraponto com vídeo direto. Acreditamos que os algoritmos, estruturas algébricas, regras matemáticas quando apresentadas aos alunos de forma direta lhes parecem aprendizagem sem sentido e pouco aderente a realidade.

É convicção generalizada que a motivação para a aprendizagem pode ser obtida através da contextualização do conceito apresentado com aplicações práticas.

Baseando-nos nestes fatos tornam-se pertinentes as questões:

A aprendizagem de conteúdos matemáticos poderá ser potenciada com a utilização de vídeo educativo?

A eficácia do vídeo educativo será diferente consoante o tipo de conteúdo e de estratégia pedagógica?

²⁵ Inquérito - Anexo B

²⁶ Ficha de avaliação de conhecimento – Anexo C

²⁷ Dados recolhidos para investigação – Anexo D

3.2 Procedimentos

Os três grupos participantes desta pesquisa foram sujeitos a três aulas com conteúdos iguais e abordagens e incidências diferentes. Em todos os grupos foi apresentado o tema “Completar o Quadrado” que consiste em perceber a relação entre o caso notável quadrado da soma e a fórmula resolvente para equações do segundo grau. A abordagem diferiu de grupo para grupo com o objetivo de perceber as diferenças da aprendizagem nas aulas com recurso ao vídeo direto, vídeo com narrativa e enquadramento histórico e desafios matemáticos que estimulam a capacidade de análise e investigação dos alunos. Todas as aulas tiveram uma duração de 45 minutos, sendo que 15 minutos foram dedicados à visualização do vídeo exibido ou análise da tarefa de investigação.

As três aulas dadas possuem uma estrutura comum, em termos dos conteúdos oferecidos, o que difere é o recurso educativo de apoio que é utilizado e disponibilizado, durante uma semana, antes da realização da apreciação dos conhecimentos adquiridos.

Como cada recurso utilizado faz apelo a uma dimensão diferente, todas as aulas foram complementadas com a dimensão em falta de modo a oferecer aos três grupos igual oportunidade de resposta no teste final. O teste final foi realizado uma semana depois da apresentação das aulas e solicitado aos alunos a visualização ou análise dos recursos oferecidos.

3.2.1 Grupo 1 – Vídeo educativo direto

3.2.1.1 Investigação

O Grupo 1 teve uma aula com base no vídeo produzido pela Khan Academy, traduzido e adaptado pela PT para a realidade Educacional Portuguesa: “Completar o quadrado”, com a duração total de 12:53 minutos. Neste vídeo temos uma abordagem algébrica do tema muito similar à forma como os alunos estão habituados a ter as suas aulas no ensino obrigatório. É um vídeo onde a dimensão de visualização geométrica e o enquadramento histórico do tema não existem. Esta abordagem algébrica foi complementada com a abordagem geométrica no decurso da exibição do vídeo.

3.2.1.2 Desenho da aula

- Introdução do tema a abordar: “Introdução às equações polinomiais do segundo grau”.

- Exibição do vídeo produzido pela Khan Academy, traduzido e adaptado pela PT para a realidade educacional Portuguesa: “Completar o quadrado” (12:53) <http://www.youtube.com/watch?v=zQ2JGaMLQI0>
- Em simultâneo, com o item anterior, explicação da parte geométrica que vai complementar a explicação algébrica exibida no vídeo e enquadramento histórico do método de resolução.
- Anúncio da realização de um teste de aferição dos conhecimentos adquiridos.

3.2.1.3 Conteúdo matemático do vídeo “Completar o quadrado”

Parte 1 - O vídeo inicia com a necessidade de se resolver a equação $x^2 + 16x - 57 = 0$ e para isso é apresentado o desenvolvimento do quadrado da soma .

A blackboard-style image showing the equation $x^2 + 16x - 57 = 0$ written in pink. Below it, the formula $(x+a)^2 = x^2 + 2ax + a^2$ is written in yellow, with the Khan Academy logo visible.

Parte 2 - O raciocínio que se encontra na base da resolução da equação do segundo grau é explicado de forma algébrica de modo a obter em ambos os membros um quadrado para, de seguida, ser possível extrair a raiz quadrada em ambos os membros.

Considere a equação $x^2 + 16x - 57 = 0$ ou de forma equivalente $x^2 + 16x = 57$

A blackboard-style image showing the algebraic steps for completing the square. The steps are: $x^2 + 16x - 57 = 0 \Leftrightarrow x^2 + 16x + a^2 = 57 + a^2$ (with $2ax$ under $16x$), $x^2 + 16x + 64 = 57 + 64$ (with a under $16x$), and the formula $(x+a)^2 = x^2 + 2ax + a^2$. To the right, calculations for a are shown: $2ax = 16x \Leftrightarrow a = \frac{16x}{2x} = 8$. The Khan Academy logo is visible at the bottom.

Algebricamente o vídeo mostra-nos o desenvolvimento do caso notável $(x+a)^2 = x^2 + 2ax + a^2$ e por analogia procura completar o $x^2 + 16x$. São feitos os cálculos auxiliares a azul que permitem obter o número 64 em falta.

Parte 3 - Todo o processo de completar o quadrado é explicado algebricamente no vídeo, como se pode verificar na imagem abaixo.

Handwritten algebraic steps for completing the square:

$$x^2 + 16x - 57 = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x^2 + 16x + a^2 = 57 + a^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x^2 + 16x + 64 = 57 + 64 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (x+8)^2 = 121 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x+8 = \pm \sqrt{121} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x+8 = \pm 11 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x = -8 \pm 11 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x = 3 \vee$$

$$\Leftrightarrow x = -19$$

Additional notes on the board:

$$2ax = 16x \Leftrightarrow a = \frac{16x}{2x} = 8$$

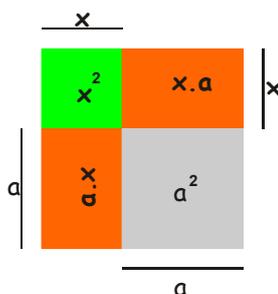
$$(x+a)^2 = x^2 + 2ax + a^2$$

$$(x-3)(x+19) = 0$$

khānacademy.org

3.2.1.4 Conteúdo da aula em complemento do vídeo visualizado

Complemento da Parte 1 - Explicação geométrica do caso notável quadrado da soma.



Na figura acima temos $(x+a)^2$ que representa a área de um quadrado de lado $x+a$.

Verificamos que esse quadrado é composto por quatro partes: $x^2 + a x + x a + a^2$.

Portanto podemos afirmar que $(x+a)^2 = x^2 + a x + x a + a^2$, nada mais é do que decompor um quadrado em quatro partes.

Quando este quadrado se encontra completo podemos fazer a resolução de forma direta, caso contrário, temos que completar o quadrado para obter o lado pela raiz quadrada da área.

Complemento da Parte 2

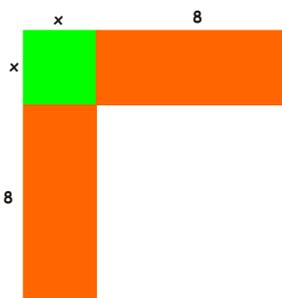
Geometricamente estamos à procura do lado de um quadrado que, somado com um retângulo que possui um lado comum com o quadrado e o outro de comprimento 16, gera uma área de 57 unidades.



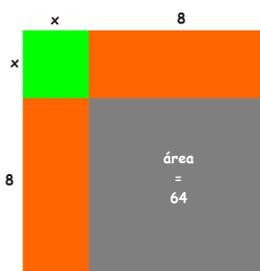
Em termos geométricos temos o retângulo de lado 16 que é dividido em dois retângulos de lados geometricamente iguais, onde o lado 16 é cortado em dois.



Reposicionando os retângulos e o quadrado, verificamos que obtemos um quadrado incompleto.



Para completarmos o quadrado temos que adicionar um quadrado de lado 8, isto é, de área 64.



Temos o quadrado completo quando adicionamos a 57 o valor 64 obtendo um total de 121.

Complemento da Parte 3

Durante a apresentação da aula são introduzidas referências históricas aos contributos dos Mesopotâmicos, Gregos, Árabes e Europeus, para a resolução das equações do segundo grau.

Complemento final

- Abordagem Mesopotâmica: $x^2 + 16x - 57 = 0$ Qual é o lado de um quadrado em que a área mais 16 vezes esse lado é igual a 57?

- A abordagem geométrica da Grécia antiga foi apresentada ao longo da aula.
- A nomenclatura atual surge com Viète, matemático Francês do século XVI.
- Referencia a fórmula resolvente das equações do segundo grau.

3.2.2 Grupo 2 – Vídeo educativo com narrativa e enquadramento histórico

3.2.2.1 Investigação

O Grupo 2 teve uma aula com base no vídeo produzido pela Matemática Multimídia: “Esse tal de Bhaskara” com a duração total de 12:02 minutos. No vídeo “Esse tal Bhaskara”, encontramos um percurso pela história do pensamento humano em relação à resolução das equações do segundo grau, começando com Mesopotâmicos passando por Gregos, detendo-se com especial destaque nos Árabes e concluindo com Europeus. A abordagem é essencialmente geométrica onde a dimensão da visualização assume um destaque principal.

3.2.2.2 Desenho da aula

- Introdução do tema a abordar: “Introdução às equações polinomiais de segundo grau”
- Exibição do vídeo produzido pela Matemática Multimídia: “Esse tal de Bhaskara” (12:02) <http://www.youtube.com/watch?v=pozKHQxvFSo>
- Em simultâneo, com o item anterior, reforço da parte algébrica como complemento da explicação geométrica exibida no vídeo.
- Anúncio da realização de um teste de aferição dos conhecimentos adquiridos.

3.2.2.3 Conteúdo matemático do vídeo “Esse tal de Bhaskara”

Parte 1 - O vídeo inicia com exemplos de aplicações à vida real da equação do segundo grau:

Problema 1: (Aplicação financeira) Imagine a aplicação de 100 reais no banco, numa aplicação rendendo juros com uma taxa anual fixa. E no final do ano, retirando os 100 reais e deixando os

juros durante mais um ano. Se no final do segundo ano conseguir o total de 75 reais, qual a taxa anual de juros?

Resolução: Chamando a taxa anual de juro de x por cento e com um pouco de álgebra temos uma nova formalização.

Enunciado antigo: Eleve a metade do capital ao quadrado, acrescente o resultado ao produto dos juros totais pelo capital, extraia a raiz quadrada e diminua a metade do capital.

Parte 2 - De seguida temos um percurso pela história do processo da evolução do conhecimento sobre a resolução das equações do segundo grau, com passagens sucessivas por; Mesopotâmicos, Gregos, Árabes e Europeus.

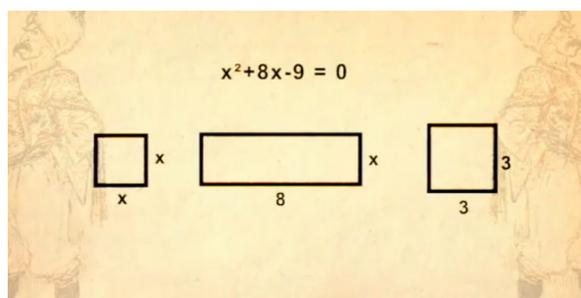
Problema2: (Abordagem Mesopotâmica) Qual é o lado de um quadrado em que a área menos o lado dá 870?

Formalização na nomenclatura atual: $x^2 - x = 870$

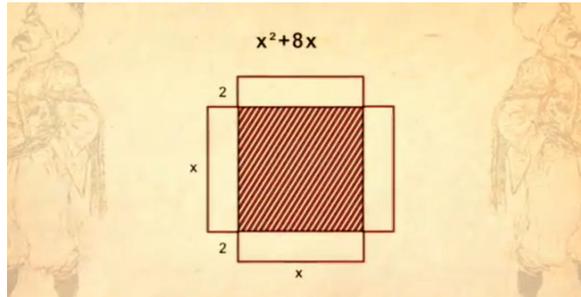
Resolução Mesopotâmica: Tome o resultado de um e multiplique por ela mesma. Some o resultado a 870. Obtém-se um quadrado cujo lado somado à metade de 1 vai dar o lado do quadrado procurado.

Problema3: A abordagem geométrica da Grécia antiga, com o exemplo, $x^2 + 8x - 9 = 0$

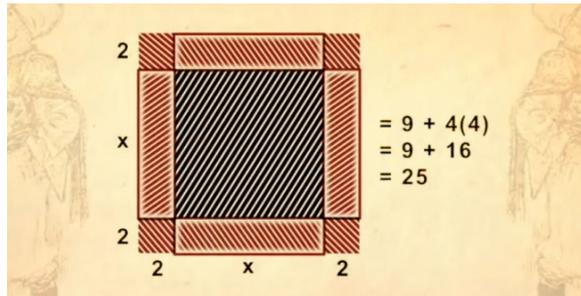
Usavam um retângulo com os lados estrategicamente seleccionados



Parte 3 - O Método Árabe de Completar Quadrados, que também é geométrico. Considerando $x^2 + 8x - 9 = 0 \Leftrightarrow x^2 + 8x = 9$, esta equação é interpretada como soma e subtração de áreas. Representando o x^2 , por um quadrado de lado x e para representar $8x$, consideremos 4 retângulos de lado x e largura 2 .



E sabemos que a sua área é 9. Completando agora o quadrado temos:



Tendo um quadrado de área 25, cada lado mede 5. Portanto como temos o lado $2+x+2$ é este é 5, basta resolver a equação

$$2 + x + 2 = 5 \Leftrightarrow x = 1$$

Algebricamente temos:

$$x^2 + 8x - 9 = 0 \Leftrightarrow x^2 + 8x = 9$$

$$\Leftrightarrow x^2 + 2x + 2x + 2x + 2x = 9$$

$$\Leftrightarrow x^2 + 2x + 2x + 2x + 2x + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 = 9 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2$$

$$\Leftrightarrow x^2 + 8x + 16 = 25 \Leftrightarrow (x+4)^2 = 5^2$$

François Viète, matemático Francês do séc. XVI, padronizou a escrita algébrica dos problemas.

Fórmula resolvente das equações do segundo grau.

3.2.2.4 Conteúdo da aula em complemento do vídeo visualizado

Complemento da Parte 3 –

Se considerarmos a equação $x^2 + 8x - 9 = 0$ em termos algébricos temos que efetuar os seguintes passos: $x^2 + 8x = 9$, somando em ambos os membros $\left(\frac{8}{2}\right)^2$, obtemos

$$x^2 + 8x + \left(\frac{8}{2}\right)^2 = 9 + \left(\frac{8}{2}\right)^2.$$

Obtemos simplificando a equação $x^2 + 8x + 4^2 = 9 + 4^2$

$$\Leftrightarrow x^2 + 8x + 4^2 = 25 \Leftrightarrow x^2 + 8x + 4^2 = 5^2$$

Portanto $(x + 4)^2 = 5^2 \Leftrightarrow x + 4 = \pm 5$

Temos então: $x = 1$

3.2.3 Grupo 3 – Desafio/Jogo matemático

3.2.3.1 Investigação

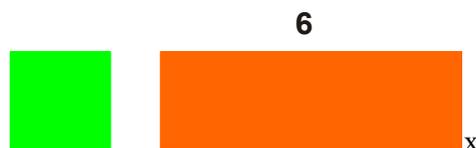
O Grupo 3 teve uma aula com base num desafio matemático criado para estimular a capacidade de análise e investigação dos alunos. A inexistência de vídeo a visualizar, por parte dos elementos da amostra, conduz-nos a um desenho diferente das aulas anteriores visto que foram criados todos os recursos utilizados. Este enigma permite-nos fazer um regresso ao passado e perceber como povos antigos resolviam, sem fórmulas, este tipo de problema recorrendo a ideias geométricas intuitivas.

3.2.3.2 Desenho da aula

- Introdução do tema a abordar: “Introdução às equações polinomiais de segundo grau”
- Apresentação do enigma 27 do site Ciência 2.0: Completar o Quadrado.
- Explorar de forma orientada o enigma conduzindo a investigação “Completar o quadrado”.
- Realização de um teste de aferição dos conhecimentos adquiridos.

3.2.3.3 Conteúdo matemático/Desafio “Completar o Quadrado”

Dado um quadrado de lado desconhecido e um retângulo com um dos lados coincidentes com o quadrado e o outro lado 6. Qual é o comprimento do lado do quadrado?



- a) Quando a soma das áreas das figuras dadas mede 16.

b) Quando a soma das áreas das figuras dadas mede 21,25.

“**Completar o quadrado**” é um método antigo, baseado em conceitos geométricos que nos permite perceber a origem da tão conhecida fórmula resolvente para as equações de segundo grau.

Neste desafio não pretendemos que uses nenhum tipo de fórmula, mas apenas o conceito de área de um retângulo que é o comprimento vezes a largura.

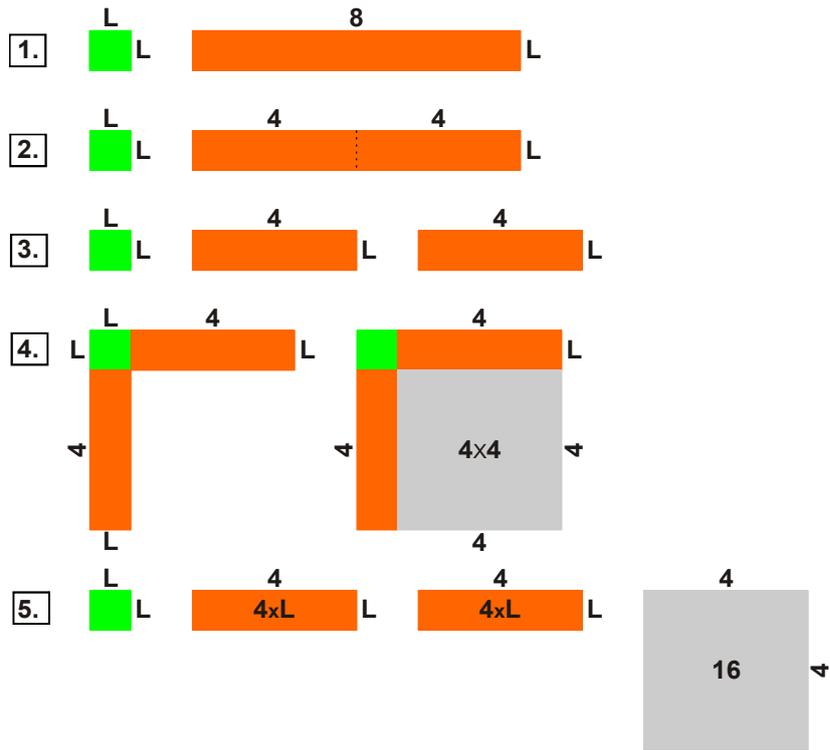
Consideremos como exemplo o seguinte enigma:

A soma da área de um quadrado de lado desconhecido é adicionada à área de um retângulo (com um lado igual ao quadrado e o outro lado de comprimento 8) e obtemos uma área total de 9. Qual era o comprimento do lado?



Para resolver este enigma bastava testar algumas hipóteses e chegávamos à conclusão que o lado media 1. A área de um quadrado de lado com a área de um retângulo de largura 1 e comprimento 8, corresponde à soma de $1 \times 1 + 1 \times 8 = 9$.

Mas a questão tornava-se impraticável por testes diretos se a medida do lado desconhecido tivesse um comprimento com décimas. Para isso vamos desafiar-te a pensar como é que o esquema seguinte te podia ajudar a resolver o enigma. Analisa o seguinte conjunto de imagens que vai de 1 até 5!



Pensa um pouco! E encontra o lado do quadrado dado.

3.2.3.4 Resolução do desafio “Completar o Quadrado”

1. Soma da área do quadrado com a área do retângulo

$$L^2 + 8L = 9$$

2. É o mesmo que ter: $L^2 + 4L + 4L = 9$

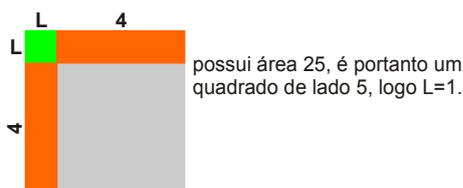
3. Reestruturando para obter um quadrado temos

$$L^2 + 4L + 4L = 9$$

4. Completando o quadrado vamos adicionar $16=16$ a ambos os membros.

$$L^2 + 4L + 4L + 16 = 9 + 16$$

5. Portanto



É importante notar que se o quadrado já se encontra completo, não é necessário complementar.

Observação: Embora este recursos estejam disponíveis online no site www.ciencia20.up.pt foi apresentado aos alunos sem recorrer ao site, visto que a página do recurso também inclui o vídeo educativo do Matemática Multimídia : “Esse tal de Bhaskara”.

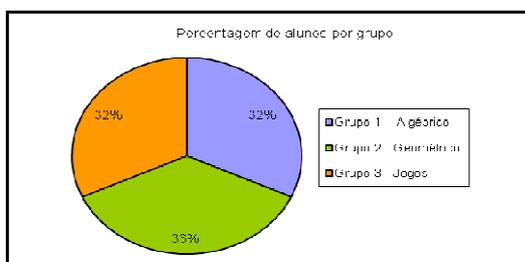
3.3 Amostra

A população em estudo é constituída por alunos do 12º ano de escolaridade do ensino secundário, sendo a amostra constituída por 22 alunos separados em três grupos²⁸. Os três grupos assumem a denominação de Grupo Algébrico, Grupo Geométrico e Grupo Jogo respetivamente para o Grupo 1, 2 e 3 de acordo com a ferramenta utilizada na investigação. Os alunos tomaram conhecimento que estavam a ser objeto de estudo na investigação sobre as vantagens para a aprendizagem da matemática com uso de vídeos educativos/jogos online.

Tabela 1 – Número de alunos em análise e distribuição da amostra por grupos

Grupo	Frequência absoluta	Percentagem	Percentagem acumulada
Grupo 1 - Algébrico	7	32%	32%
Grupo 2 - Geométrico	8	36%	68%
Grupo 3 - Jogos	7	32%	100%
TOTAL	22	100%	

Gráfico 1 – Percentagem de alunos por grupo



²⁸ Grupos de Amostra Iniciais – Anexo E

A amostra dos alunos em análise foi constituída por elementos de ambos os sexos.

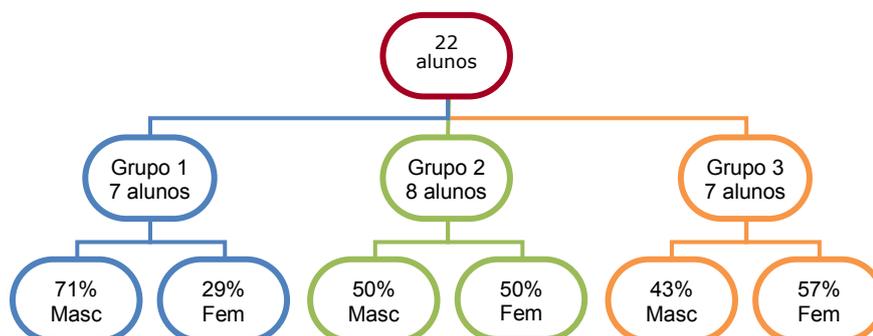
Tabela 2 – Número de alunos por género nos grupos

Grupo	Masculino	Feminino	TOTAL
Grupo 1 – Algébrico	5	2	7
Grupo 2 – Geométrico	4	4	8
Grupo 3 – Jogos	3	4	7
TOTAL	12	10	22

Tabela 3 – Percentagem de alunos por género nos grupos

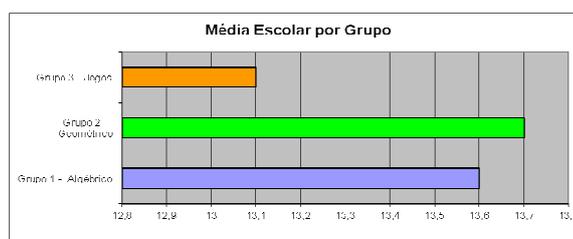
Grupo	Masculino	Feminino	TOTAL
Grupo 1 – Algébrico	23%	9%	32%
Grupo 2 – Geométrico	18%	18%	36%
Grupo 3 – Jogos	14%	18%	32%
TOTAL	55%	45%	100%

Gráfico 2 – Percentagem de alunos por género nos grupos



A seleção dos grupos em análise utilizou um critério de aproximação das médias escolares do final do 10º ano, do 11º ano e da nota do segundo período do 12º ano à disciplina de matemática.

Gráfico 3 – Média Escolar à disciplina de Matemática por grupo²⁹



²⁹ Tabelas auxiliares com médias dos alunos dentro de cada grupo - Anexo F

Tabela 4 – Média escolar e desvio padrão³⁰, à disciplina de matemática, dos três grupos

Grupo	Médias	Desvio padrão
Grupo 1 - Algébrico	13,6	2,1
Grupo 2 - Geométrico	13,7	1
Grupo 3 - Jogos	13,1	3,6

A média dos desvios do grupo 1 em relação ao valor 13,6 é de 2,1; o que significa que em média todos as notas dos elementos deste grupo se desviam do valor da nota média em 2.1 valores, isto designa-se por desvio padrão. No grupo 2 a média dos desvios em relação à média é de apenas 1 valor, já no grupo 3 esse valor é de 3,6.

As médias dos três grupos são muito próximas no entanto, o desvio padrão de cada um dos grupos indica-nos que o grupo mais homogéneo é o 2 e o que possui elementos que se afastam mais em média das notas da média é o grupo 3, sendo constituído por elementos mais heterogéneos em relação à média.

3.4 Resultados e discussão

3.4.1 Dados estatísticos da ficha de avaliação e respetiva análise

O primeiro instrumento, ficha de avaliação de conhecimentos, consistiu num total de quatro questões matemáticas. A primeira questão tinha um objetivo genérico de interpretação da equação quadrática em termos de áreas. A segunda e terceira questões consistiram numa análise das competências algébricas e geométricas, respetivamente. Por último, a questão quatro teve como objetivo a verificação de capacidade de utilização dos conhecimentos adquiridos a novas situações. A ficha de avaliação do conhecimento foi cotada de zero a vinte valores.

3.4.1.1 Resultado total da aprendizagem por grupo.

As médias, em valores, obtidas na avaliação da aprendizagem³¹ foram 6,71; 11,5 e 12,43 respetivamente para o grupo 1 (Algébrico), grupo 2 (Geométrico) e grupo 3 (Jogo).

Verificamos pela amostra anterior que a utilização de vídeos com narrativa e jogos/desafios influenciam de forma positiva a aprendizagem. Em termos comparativos a

³⁰ O desvio padrão representa a média dos desvios em relação à média.

³¹ Notas da avaliação da aprendizagem por grupo – Anexo G

avaliação obtida em média pelo grupo 3 representa praticamente o dobro da média obtida pelo grupo 1.

Os resultados levaram-nos a suspeitar que a variável sexo tinha influenciado os mesmos. Recorremos ao gráfico 2 para verificar a percentagem de alunos de ambos os sexos em cada um dos grupos e constatamos que o grupo 1 é predominantemente masculino representando um total de 71% de homens para 29% de mulheres. Enquanto que o grupo 3 é maioritariamente feminino embora a diferença não seja tão expressiva, sendo de 57% de mulheres e 43% de homens. Presumimos então que os elementos do sexo masculino estavam a influenciar de forma negativa a média da avaliação.

Contudo e depois de recorrer à tabela e ao gráfico abaixo expostos verificamos que esta teoria se aplicava ao grupo 1, mas o mesmo não acontecia em relação ao grupo 3, onde se verificou que os alunos do sexo masculino foram os que obtiveram as melhores notas. Repare-se que na primeira parte do gráfico, as linhas nota total obtida na avaliação e sexo do aluno quando um deles cresce o outro acompanha esse crescimento e de forma análoga quando estes decrescem porém, na segunda parte já não se verifica esta relação. Logo, as suspeitas iniciais não tiveram fundamento.

Tabela 5 – Relação entre o sexo dos elementos e a nota total obtida na avaliação
(Sexo: 1 = masculino/ 2=feminino)

Grupo	Sexo (1-2)	Total (0-20)
1	1	5,6
1	2	10,6
1	2	9,4
1	1	5,2
1	1	7,6
1	1	1,4
1	1	8,6
3	1	14,2
3	1	14,4
3	2	9,4
3	2	7
3	2	13,8
3	2	12,8
3	1	15,8

Gráfico 4 – Relação entre o sexo dos elementos e a nota total obtida na avaliação
(Sexo: 1 = masculino/ 2=feminino)

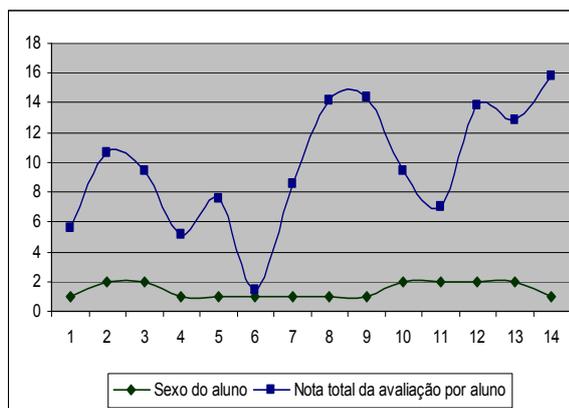
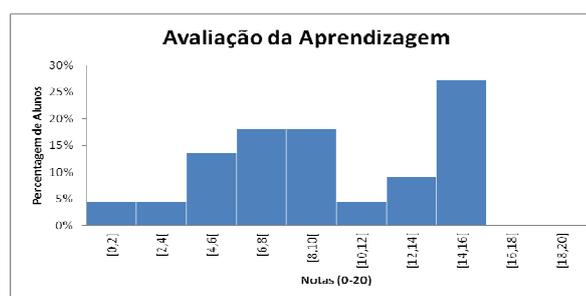


Tabela 6 – Resumo das notas da avaliação da aprendizagem nos três grupos

Notas de Avaliação da Aprendizagem					
Intervalo de confiança	Marca	Frequência absoluta	Frequência relativa	Frequência relativa acum	Marca x Freq relat
[0,2]	1	1	5%	5%	0,05
[2,4[	3	1	5%	9%	0,14
[4,6[	5	3	14%	23%	0,68
[6,8[	7	4	18%	41%	1,27
[8,10[	9	4	18%	59%	1,64
[10,12[	11	1	5%	64%	0,50
[12,14[	13	2	9%	73%	1,18
[14,16[	15	6	27%	100%	4,09
[16,18[	17	0	0%	100%	0,00
[18,20]	19	0	0%	100%	0,00
TOTAL		22	1		9,55

Gráfico 5 – Avaliação da aprendizagem



A média geral dos três grupos na avaliação da aprendizagem foi de 9,55 e embora esta seja negativa é de notar que o intervalo modal se encontra entre os 14 e 16 valores com 27% dos elementos em análise.

3.4.1.2 Resultado das questões algébrica e geométrica

Os temas específicos do teste da aprendizagem na parte algébrica e na parte geométrica foram colocados nas questões 2 e 3 da ficha de avaliação.

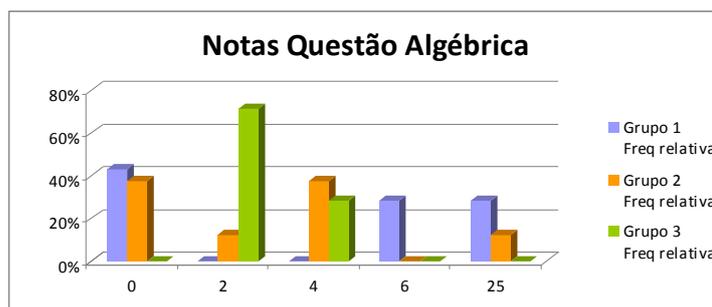
Torna-se pertinente analisar os resultados destas duas questões uma vez que queremos estabelecer uma relação entre a aprendizagem obtida pelos grupos: Algébrico, Geométrico e Jogo com estas questões específicas da ficha de avaliação. É necessário perceber se é o grupo Algébrico que responde com maior sucesso à questão algébrica e o grupo Geométrico à questão algébrica. E o grupo Jogo? Qual será o seu desempenho?

Tabela 7 – Média em percentagem obtida pelos grupos na questão algébrica³²

Grupo	Média %
Grupo 1 - Algébrico	35
Grupo 2 - Geométrico	20
Grupo 3 - Jogos	10

Constatou-se que o grupo que obteve melhores resultados na questão algébrica foi precisamente o Algébrico, por sua vez o grupo Jogo foi o que mostrou mais dificuldades.

Gráfico 6 – Notas na questão algébrica dos Alunos dos três grupos.



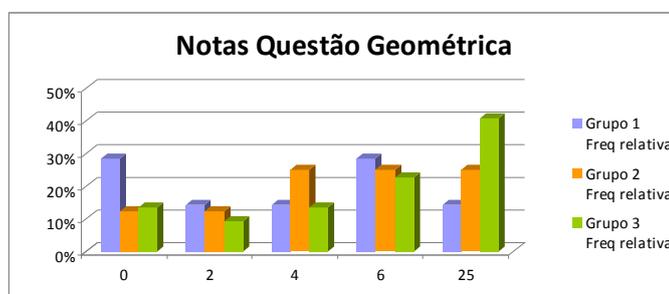
Embora o grupo com melhores resultados nesta questão seja o grupo Algébrico, verifica-se que é este o que possui maior percentagem de alunos classificados com zero.

Seguimos com a análise da questão geométrica e mantivemos a mesma estrutura de raciocínio esperando que o grupo geométrico revelasse os melhores resultados.

Tabela 8 – Média em percentagem obtida pelos grupos na questão geométrica³³

Grupo	Média %
Grupo 1 - Algébrico	25
Grupo 2 - Geométrico	61
Grupo 3 - Jogos	89

Gráfico 7 – Notas na questão geométrica dos Alunos dos três grupos.



³² Notas da questão algébrica por grupo – Anexo H

³³ Notas da questão geométrica por grupo – Anexo I

Contrariamente ao esperado não foi o grupo Geométrico o que obteve melhores resultados, mas sim o grupo Jogo. No grupo Jogo encontramos 40% dos alunos a responder de forma totalmente correta à questão.

Tabela 9 – Média em percentagem obtida pelos grupos na questão algébrica e geométrica³⁴

Questões	Média %
Questão 2 - Algébrica	22
Questão 3 - Geométrica	49

Efetuada uma análise comparativa entre os resultados obtidos às duas questões, verificamos que é na resposta à questão geométrica que os alunos mostram em média mais facilidade.

3.4.2 Dados estatísticos obtidos a partir do inquérito e respetiva análise

O inquérito realizado era constituído pelas seguintes questões:

- Com que frequência recorre a recursos educativos online (gratuitos)?
- Os recursos online livres contribuem para melhoria na aprendizagem dos alunos?
- Existe um grande número de vídeos educativos online, de matemática, que contribuem para o sucesso à disciplina?
- Existe um grande número de vídeos educativos online, de matemática, que contribuem para aumentar o conhecimento geral à disciplina?

3.4.2.1 Questão 1 – Com que frequência recorre a recursos educativos online (gratuitos)?

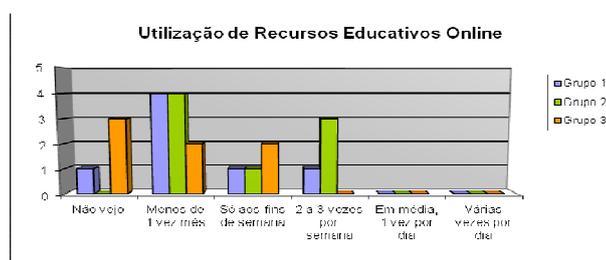
A primeira questão do inquérito teve como objetivo perceber com que frequência os jovens da amostra utilizam os recursos educativos online.

³⁴ Notas na questão algébrica e geométrica dos alunos dos três grupos – Anexo J

Tabela 10 – Frequência de utilização de recursos educativos online gratuitos

Utilização Recursos Online	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Não vejo	0	1	0	3
Menos de 1 vez mês	1	4	4	10
Só aos fins de semana	2	1	1	4
2 a 3 vezes por semana	3	1	3	4
Em média, 1 vez por dia	4	0	0	0
Várias vezes por dia	5	0	0	0
TOTAL	7	8	7	22

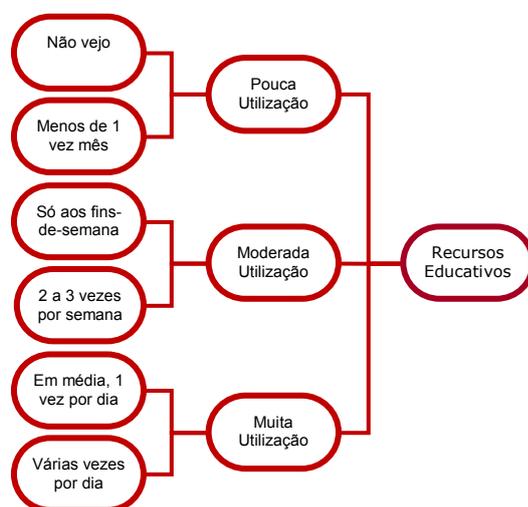
Gráfico 8 – Frequência de utilização de recursos educativos online gratuitos por grupo



Calculando a média de utilização de recursos educativos online por grupo obtemos os valores de 1,3; 1,9 e 0,9, respetivamente, para o grupo 1, 2 e 3. O que nos leva a concluir que o grupo 1, em média, recorre a recursos educativos online entre menos de uma vez por mês e só aos fins de semana, enquanto o grupo 2 é o que mais utiliza recursos educativos online, ou seja, em média só aos fins de semana. Por último, o grupo 3 é o que usa com menor frequência os recursos educativos online, realizando-o menos de uma vez por mês.

Devido à pouca frequência com que os alunos, em média, utilizam os recursos educativos online, reagrupamos as seis categorias em três novas categorias: pouca utilização, moderada utilização e muita utilização, como se ilustra do esquema seguinte.

Gráfico 9 – Nova categorização da utilização dos recursos educativos online



Atendemos ainda, à análise da influência do sexo na escolha do recurso educativo online.

Na tabela seguinte podemos analisar a distribuição dos alunos por grupo e por sexo dentro de cada nova categoria de utilização dos recursos educativos online.

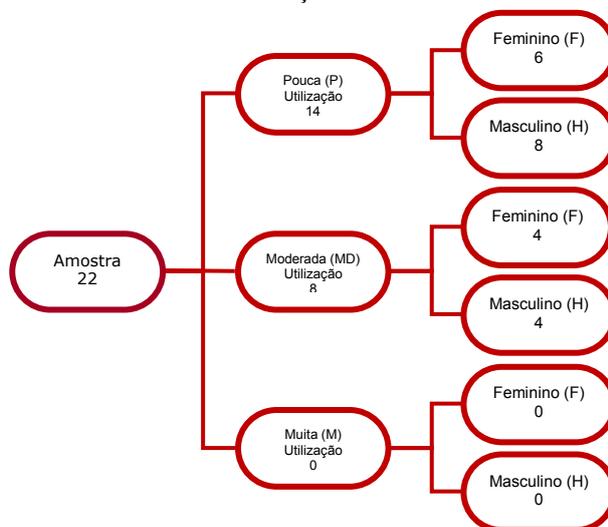
Tabela 11: Distribuição dos alunos por grupo e por sexo na utilização de recursos educativos online.

Utilização de Recursos Educativos Online		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Total		Total
		M - 1	F - 2	M - 1	F - 2	M - 1	F - 2	M - 1	F - 2	
Pouca Utilização	0	3	2	2	2	3	2	8	6	14
	1									
Moderada Utilização	2	2	0	2	2	0	2	4	4	8
	3									
Muita Utilização	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5									
TOTAL		5	2	4	4	3	4	12	10	22

Tabela 12- Distribuição dos alunos por sexo na utilização de recursos educativos online.

Utilização de Recursos Educativos Online		Total		Total
		M - 1	F - 2	
Pouca Utilização	0	8	6	14
	1			
Moderada Utilização	2	4	4	8
	3			
Muita Utilização	4	0	0	0
	5			
TOTAL		12	10	22

Gráfico 10 – Divisão da utilização dos recursos educativos online e subdivisão por sexo

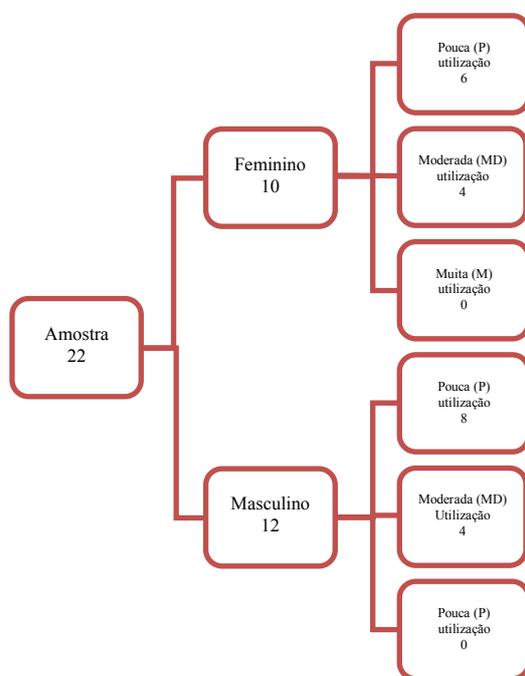


Com base no gráfico anterior podemos calcular as probabilidades condicionadas (probabilidades que restringem o universo em análise) com as seguintes interpretações no contexto da situação em análise.

Restringindo ao grupo que utiliza poucas vezes os recursos educativos, encontramos 43% de elementos do sexo feminino e 57% do sexo masculino.

Visto que nenhum aluno da amostra utiliza muitas vezes os recursos educativos online, resta-nos mencionar a utilização moderada dos recursos onde se verifica que existem tantos elementos do sexo feminino como masculino.³⁵

Gráfico 11 – Divisão dos alunos por sexo e subdivisão em utilização dos recursos educativos online



Na análise anterior verificamos qual a percentagem de homens e mulheres que se encontram dentro de cada grupo de utilizadores de pouca, moderada ou muita utilização de recursos educativos online.

Numa análise posterior invertemos a divisão e subdivisão, como se verifica no gráfico 11, para obter, dentro dos sexos masculino e feminino, as percentagens relativamente: a pouco, moderada e muita utilização de recursos educativos online.

³⁵ Análise matemática com respetiva nomenclatura - Anexo K

Chegamos à conclusão que tanto os homens como as mulheres utilizam pouco recursos educativos online, embora exista uma percentagem maior de poucos utilizadores masculinos (67%) do que femininos (60%).³⁶

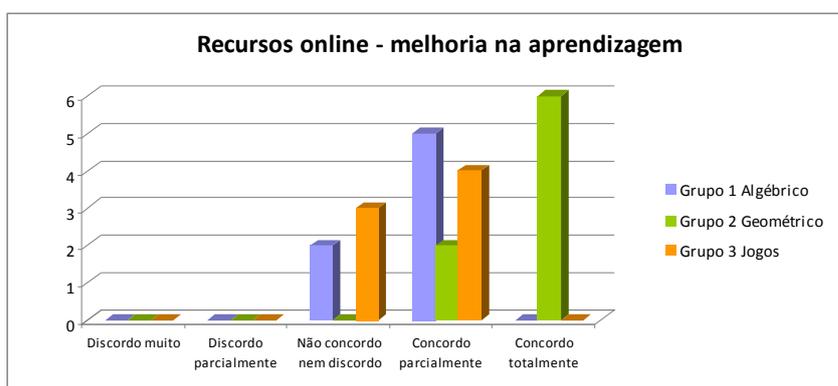
3.4.2.2 Questão 2 – Os recursos online livres contribuem para melhoria na aprendizagem dos alunos?

Nesta questão pretendemos perceber a opinião dos alunos em relação ao contributo dos recursos online livres para uma melhoria na aprendizagem. Para efetuar essa resposta o aluno deveria escolher entre concordo e discordo com 5 graus de liberdade. Houve necessidade de atribuir designações a cada um dos graus de liberdade para que a análise fosse mais clara, assim temos: discordo muito, discordo parcialmente, não concordo nem discordo, concordo parcialmente e concordo totalmente correspondente a atribuição numérica de 1, 2, 3, 4, e 5.

Tabela 13- Distribuição das preferências dos alunos em relação à questão 2.

	Grupo 1 Algébrico	Grupo 2 Geométrico	Grupo 3 Jogos	Total
Discordo muito 1	0	0	0	0
Discordo parcialmente 2	0	0	0	0
Não concordo nem discordo 3	2	0	3	5
Concordo parcialmente 4	5	2	4	11
Concordo totalmente 5	0	6	0	6
Total	7	8	7	22

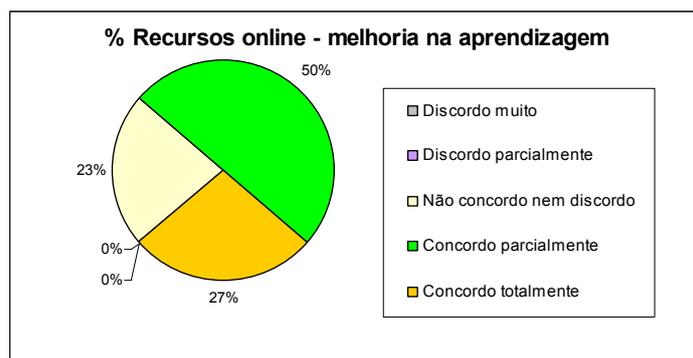
Gráfico 12 – Recursos online/melhoria na aprendizagem



³⁶ Análise matemática com respetiva nomenclatura - Anexo L

Pela análise da tabela e gráfico anteriores verificamos que o grupo 2 (Geométrico) considera a utilização de recursos educativos online como uma contribuição mais favorável à aprendizagem.

Gráfico 13 – Percentagem de recursos online/melhoria na aprendizagem



Agrupando as informações dos três grupos de investigação podemos concluir que 50 % da amostra respondeu concordo parcialmente e apenas 23% é que manifestou uma opinião menos favorável que foi não concordo nem discordo.

Seguidamente integramos a variável sexo para identificar possíveis propensões.

Tabela 14- Distribuição dos alunos por género e suas preferências em relação à questão 2.

Utilização de Recursos Educativos Online		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Total		
		M - 1	F - 2	M - 1	F - 2	M - 1	F - 2	M - 1	F - 2	
Discordo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Discordo parcialmente	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Não concordo nem discordo	3	0	2	0	0	2	1	2	3	5
Concordo parcialmente	4	5	0	0	2	1	3	6	5	11
Concordo	5	0	0	4	2	0	0	4	2	6
Total		5	2	4	4	3	4	12	10	22

Recorrendo à tabela anterior podemos constatar que não existe uma tendência diferenciadora por sexo.

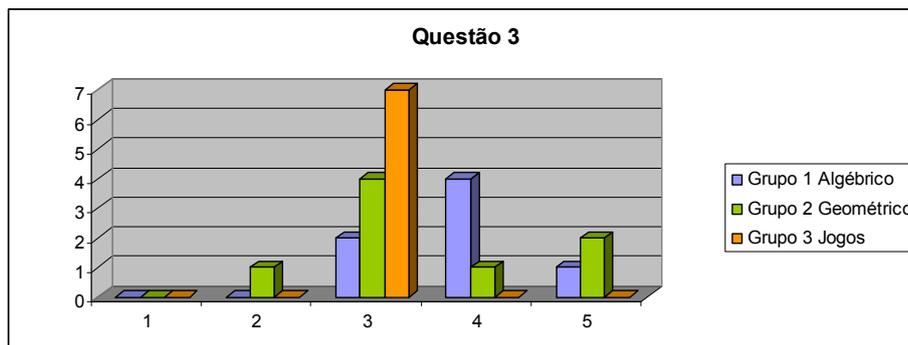
3.4.2.3 Questão 3 – Existe um grande número de vídeos educativos online, de matemática, que contribuem para o sucesso à disciplina?

A questão 3 foca o contributo do vídeo educativo online para o sucesso à disciplina de matemática. Como na questão anterior temos 5 graus de liberdade para a resposta, com as mesmas designações.

Tabela 15- Distribuição das preferências dos alunos em relação à questão 3.

		Grupo 1 Algébrico	Grupo 2 Geométrico	Grupo 3 Jogos	Total
Discordo muito	1	0	0	0	0
Discordo parcialmente	2	0	1	0	0
Não concordo nem discordo	3	2	4	7	5
Concordo parcialmente	4	4	1	0	11
Concordo totalmente	5	1	2	0	6
Total		7	8	7	22

Gráfico 14 – Distribuição das preferências dos alunos em relação à questão 3



A tabela anterior e sobretudo o gráfico indicam-nos que a maior parte dos alunos não possui opinião formada sobre as vantagens da utilização do vídeo para o sucesso à disciplina de matemática.

Nesta questão pretendemos perceber se os alunos associam a visualização dos vídeos educativos com o sucesso à disciplina de matemática. É portanto, um contributo de curto prazo que estamos a verificar. Na questão seguinte o objetivo é já de longo prazo visto que pretendemos associar os vídeos educativos ao conhecimento geral à disciplina.

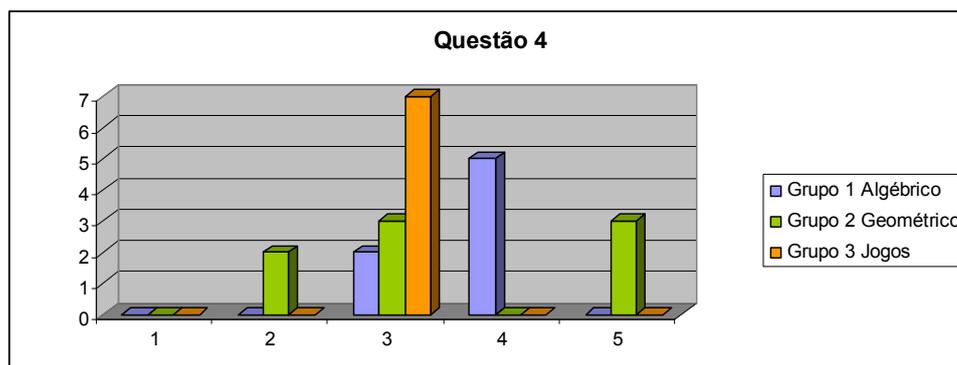
3.4.2.4 Questão 4 – Existe um grande número de vídeos educativos online, de matemática, que contribuem para aumentar o conhecimento geral à disciplina?

Por último pretendemos entender a opinião dos alunos em relação ao contributo dos vídeos educativos para o aumento do conhecimento geral à disciplina.

Tabela 16- Distribuição das preferências dos alunos em relação à questão 4.

	Grupo 1 Algébrico	Grupo 2 Geométrico	Grupo 3 Jogos	Total
Discordo muito 1	0	0	0	0
Discordo parcialmente 2	0	2	0	2
Não concordo nem discordo 3	2	3	7	12
Concordo parcialmente 4	5	0	0	5
Concordo totalmente 5	0	3	0	3
Total	7	5	7	19

Gráfico 15 – Distribuição das preferências dos alunos em relação à questão 4



O que se destaca do gráfico anterior é que no grupo 3, todos os seus elementos são unânimes e não concordam nem discordam que a utilização de vídeo educativos possam aumentar o conhecimento geral à disciplina.

3.5 Conclusões

Recordando que a problemática que nos conduziu a esta investigação foi a urgência de formar uma população criativa com meios de aprendizagem motivadores, eficientes e eficazes, que se adequem às suas características e respondam às suas necessidades, formulamos a partir deste problema duas questões orientadoras que procuramos responder com o estudo estatístico apresentado neste capítulo.

A aprendizagem de conteúdos matemáticos poderá ser potenciada com a utilização de vídeo educativo?

A eficácia do vídeo educativo será diferente consoante o tipo de conteúdo e de estratégia pedagógica?

A partir da investigação realizada podemos concluir dada a amostra em análise que os vídeos com narrativa podem influenciar positivamente a aprendizagem de determinado tema matemático assim como é ainda mais relevante a influência do jogo.

Capítulo 4

Conclusões e Trabalho Futuro

Os resultados obtidos apontam para um destaque da ferramenta auxiliar vídeo educativo com narrativa na aprendizagem da matemática. Sendo de realçar, com maior influência positiva da aprendizagem, a utilização do jogo/desafio matemático em detrimento da aplicação do vídeo educativo direto. Devido à dificuldade de criar grupos amostrais de maior dimensão, as condições de aplicação da investigação foram, no que se refere ao tamanho da amostra, insuficientes. A investigação não permitiu tirar conclusões com grande grau de certeza, sendo de realçar a constatação da necessidade de realizar estudos de pesquisa, de forma exaustiva, que permitam concluir as vantagens e inconvenientes da utilização do vídeo/jogo educativo na aprendizagem online.

Tendo por base os resultados da investigação realizada e conclusões de investigações anteriores, podemos concluir, no entanto, que a utilização do vídeo educativo/jogo online são potenciadores de uma aprendizagem baseada no diálogo, no desafio, na narrativa, na aventura e na diversão.

Os estudos mostram que o uso de ferramentas tecnológicas educativas melhora, em média, o rendimento dos alunos em matemática. Os alunos tomam consciência do seu papel ativo e da necessidade de agir sem esperar de forma passiva a ajuda do professor

Vivenciar determinadas situações é impossível sem o auxílio das ferramentas multimédia e em especial o vídeo que nos permite reconstituir cenários adaptados ao conteúdo, tempo e meios disponíveis.

A investigação indica-nos que a utilização de vídeo/jogos educativos online permite-nos criar condições para que a aprendizagem passe a ser realizada com encantamento, envolvimento, curiosidade, investigação e descoberta.

Referências

- Alencar, Vagner (2013) Núcleo de ensino da UNESP “Tecnologia e desempenho escolar” Portal aprendiz <http://portal.aprendiz.uol.com.br/2013/02/04/estudo-relaciona-tecnologia-com-desempenho-escolar/>
- Balakrishnan, Chandra (2008) “Teaching secondary school mathematics through storytelling” Tese de mestrado. Simon Fraser University
- Carvalho, Ana org (2008) “Manual de Ferramentas da Web 2.0 para Professores” Ministério da educação http://www.crie.min-edu.pt/publico/web20/manual_web20-professores.pdf
- Harder, Wilmara (2007) “Determining the effectiveness of online videos in modifying students' perceptions and knowledge regarding study abroad programs”. Tese de Doutoramento. The Pennsylvania State University EUA
- LeNoue, Marvin (2012) Educational social software: The use of social network sites for teaching and learning Tese de Doutoramento Mayor School: Education
- Lisboa, Eliana; Bottentuit, João; Coutinho, Clara (2009) “O contributo do vídeo na educação online” Documento da ata X do Congresso Internacional Galego-Português da Psicopedagogia Universidade do Minho
- Long, Gary (2010) “[Community and videos: An action plan to increase success rates in California community college developmental mathematics](#)” Tese de Doutoramento não publicada. Capella University EUA
- Mayer & Moreno (1998) “A cognitive theory of multimédia learning implications for design principles” Atas da conferência anual ACM SIGCHI sobre fatores Humanos em Sistemas Computacionais, Los Angeles, CA
- <https://www.zotero.org/clintlalonde/items/4FTRMJXV>
- <https://gustavus.edu/education/courses/edu241/mmtheory.pdf>
- Means, Barbara; Toyama, Yukie; Murphy, Robert; Bakia, Marianne; Jones, Karla (2010) “Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning” Center for

Technology in Learning U.S. Department of Education

<http://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf>

- Meira, Luciano (2012) “Precisamos de mudar o DNA da educação” Palestra sobre uso da tecnologia na educação <http://porvir.org/porpensar/precisamos-mudar-dna-da-educacao/20121022>
- Moran, José (2011) “Os modelos educacionais na aprendizagem online” Texto do livro Educação a distância da ABED ” <http://www.eca.usp.br/moran/modelos.htm>
- Moran, José (2000) “Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias” Informática na Educação: Teoria & Prática ISSN: 1982-1654
<http://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/6474>
- Moran, José; Masetto, Marcos; Behrens, Marilda (2006). Novas tecnologias e mediação pedagógica. 12ª ed. São Paulo: Papirus
- Okonta, Olomeruom (2010) “Effects of online interaction via computer-mediated communication (CMC) tools on an e-mathematics learning outcome” Tese de Doutorado Capella University EUA
- Paadre, Taimi (2011) “Did Learning Mathematics Online increase Students’ Math Proficiency? An Outcome Study of a Vocational High School’s use of an Online Mathematics Program” Tese Doutorado. Northeastern University Boston, Massachusetts
- Partnership for 21st Century Skills (2008) “21 st Century Skills, Education & Competitiveness”
- Poscente, Krista (2009) “Learning to Play with Mathematics Online” Tese de Doutorado. University of Calgary
- Rino, João (2004) “O jogo, Interações e Matemática” Associação de Professores de Matemática.
- Robinson, Ken (2006) “Ken Robinson says schools kill creativity” TedsTalks
http://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity.html
- Shibley, Ike (2010?) “Teaching Online vs. F2F: 15 Differences That Affect Learning” Penn State Berks
<http://www.facultyfocus.com/seminars/teaching-online-vs-f2f-15-differences-that-affect-learning/?aa=14677>
- USDE (2011) “Research on the Effectiveness of Online Learning – A compilation of Research on Online Learning” The Future of State Universities

Anexos

Anexo A

6.1. Vídeos educativos matemáticos online em versão Portuguesa recurso a Khan Academy

Fundada por Salman Khan. Começou por ser um conjunto de vídeos criados pelo Salman e disponibilizados na internet para apoiar os seus primos que viviam noutra estado Americano. Khan Academy é atualmente, segundo as palavras do próprio Salman, “um site com cerca de 2200 vídeos cobrindo tudo desde a aritmética básica até aos cálculos vetoriais. Temos um milhão de estudantes a usar este site por mês, na ordem dos 100 a 200.000 vídeos por dia.” Teds Talks³⁷

No Teds talks “Vamos usar o vídeo para reinventar a educação”, Salman Khan procura salientar as vantagens da utilização do vídeo educativo online. Enumera as oportunidades diferenciadoras de aplicação dos vídeos. Possibilidade de utilização:

- ao ritmo e velocidade do utilizador;
- na hora e local definidos pelo utilizador;
- colocando em pausa quando pretenderem;
- repetindo as vezes desejadas;
- Sem a repreensão e crítica da falta das falhas na compreensão imediata do explicado;

Neste Teds Talks, Salman fala sobre como e por que razão criou a notável Academia Khan, uma série de vídeos educativos cuidadosamente estruturados, que oferece formação curricular completa em matemática e, agora, noutras matérias. Ele mostra o poder dos exercícios interativos, e apela aos professores para considerarem a hipótese de revolucionar os métodos habitualmente utilizados na sala de aula – para darem aos alunos a exposição da matéria em

³⁷ http://www.ted.com/talks/salman_khan_let_s_use_video_to_reinvent_education.html

vídeo, para verem em casa, e para fazerem o “trabalho de casa” na sala de aula, com o professor disponível para ajudá-los.



Salman salienta o fato do modelo tradicional de aprendizagem penalizar quem experimenta e falha.



Define o caminho a traçar para a Khan Academy, com o seu novo paradigma. Pretende criar a possibilidade de cada professor ter um mapa de conhecimento de cada aluno. O máximo de dados que lhe permita tomar decisões e reencaminhar as suas energias, de modo a permitir superar, de forma eficiente, as dificuldades de aprendizagem dos seus alunos. Esta filosofia, é basicamente a que, é utilizada em empresas no processo de otimização da produção e controle de custos.



Permitindo aos professores diagnosticar quais os problemas dos alunos de forma a tornarem a sua interação o mais produtiva possível.

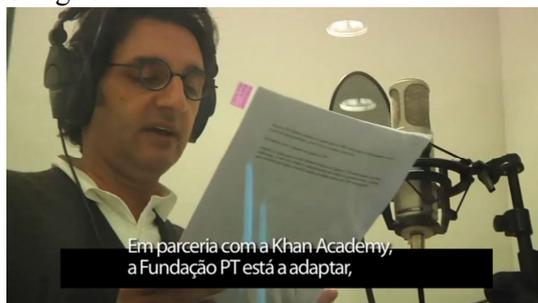
Os professores com esta ferramenta podem saber exatamente o que se passa com os alunos: quanto tempo têm dedicado em cada dia, que vídeos têm visto, quando puseram os vídeos em pausa, quais os que deixaram de ver, que exercícios estão a utilizar, em que é que se têm concentrado!



Vários gráficos estatísticos mostram os exercícios em que estiveram a trabalhar e de que forma. No gráfico da figura anterior, podemos ver como exemplo, no círculo interior os vídeos que os alunos estiveram concentrados. E os dados tornam-se muito detalhados de modo que se pode ver exatamente em que problemas o aluno acertou ou errou. Vermelho é errado, azul é certo.

Segundo Salman este é um esforço no sentido de humanizar a sala de aula e apela à aprendizagem colega a colega, que num sentido mais lato pode significar aprender com o colega que se encontra do outro lado do mundo. A noção que vemos emergir é a noção de uma sala de aula global do tamanho do mundo.

Em Portugal esta filosofia está a ser abraçada e apoiada pela empresa Portugal Telecom. Khan Academy em Portugal.

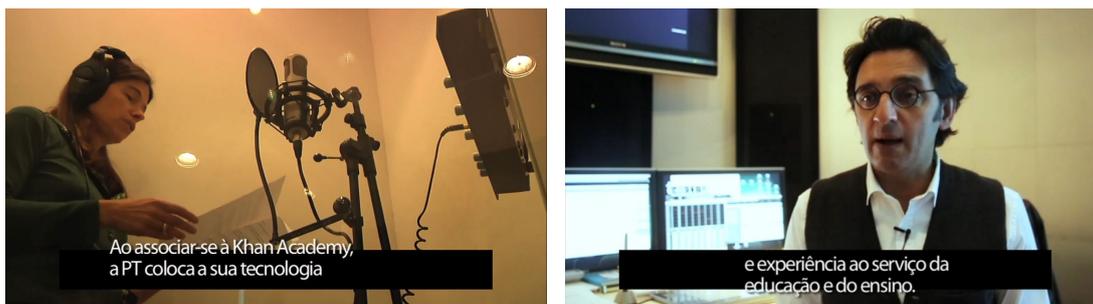


No Diário de Notícias Online de 04-04-2013 da secção educação podemos ler um destaque com o seguinte título: “A PT lança explicações online de matemática”

A Fundação PT³⁸ associou-se à Academia Khan para adaptar ao ensino português os conteúdos educativos produzidos nos EUA. Hoje são lançados 70 vídeos interativos de matemática, correspondendo ao início de um projeto que terá mais 300 explicações até ao final do ano. A Sociedade Portuguesa de Matemática aplaude a iniciativa e certifica a sua qualidade. São míni aulas destinadas aos 2.º, 4.º, 6.º e 9.º anos, precisamente aqueles em que se realizam exames nas escolas portuguesas e que poderão funcionar como explicações/revisão da matéria. O objetivo é alargar às matérias do 12.º ano. A Fundação PT promove a adaptação à realidade portuguesa dos vídeos realizados por Salman Khan, o engenheiro eletrónico norte-americano do MIT e MBA de Harvard que criou a academia em 2006 e que produz todos os conteúdos,

³⁸ <http://www.fundacao.telecom.pt/Home/KhanAcademy.aspx>

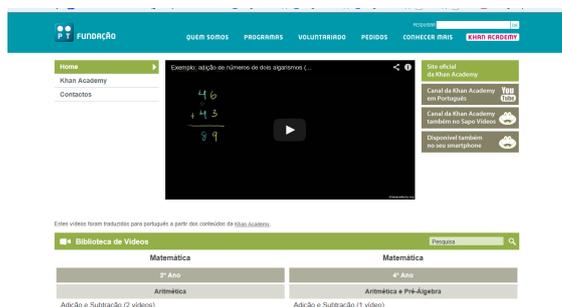
filmagens caseiras com uma duração média de dez minutos. O próprio Salman Khan utilizou o vídeo para agradecer a iniciativa em Portugal. Zeinal Bava tem a mesma formação e paixão pela matemática de Khan e gravou alguns dos vídeos desta primeira fase, tal como outros quatro dirigentes do Grupo. "Iniciámos pela matemática e adequámos os vídeos aos programas de ensino", diz. O presidente executivo da PT sublinha que os materiais nacionais não são simples traduções e que os trunfos para o sucesso em Portugal são "a contextualização e a relevância dos conteúdos para a realidade portuguesa e a certificação da qualidade".



Zeinal Bava afirma no spot publicitário produzido pela PT de divulgação da iniciativa que este é um investimento importante feito pela PT para melhorar o ensino em Portugal.



Encontramos no site oficial da PT uma página com um link³⁹, que nos remete para um desenho gráfico similar ao do site oficial da Khan Academy.



A fundação PT na sua página oficial apresenta o projeto da seguinte forma:

³⁹ <http://www.fundacao.telecom.pt/Home/KhanAcademy.aspx>

Fundação PT e Khan Academy colocam online aulas de matemática em português.

Até final do ano estarão online 400 aulas grátis de matemática do 2º, 4º, 6º, 9º e 12º ano. Para já estão acessíveis 70 vídeos em fundacao.telecom.pt/khanacademy

A Fundação Portugal Telecom está a fazer a adaptação dos vídeos originais em inglês, para português com a certificação da Sociedade Portuguesa de Matemática. Dada a importância desta disciplina no currículo escolar português, 80% das vídeo aulas a publicar entre 2013 e 2014 incidirão sobre esta temática. A adaptação será feita de forma gradual, começando pelos conteúdos abordados nas provas nacionais do 2º, 4º, 6º, 9º e 12º ano. Em 2014, deverão ser disponibilizados cerca de 800 vídeos de matemática, física, química e biologia. A Matemática é uma das competências definidas pela União Europeia como fulcrais no desenvolvimento da sociedade de informação e aquela em que os alunos de vários países se defrontam com maiores dificuldades. Este fator, aliado ao momento do calendário escolar nacional, com a proximidade dos exames nacionais, tornaram este o momento mais propício para o lançamento em Portugal. Este é um exemplo cabal de que a tecnologia é um meio para atingir um fim. Endereça pais e educadores que querem participar no ensino dos seus filhos e utiliza os meios que os jovens usam diariamente dando-lhes ao mesmo tempo maior autonomia, mais flexibilidade e interatividade. A educação é uma prioridade da PT, e da sua Fundação PT, tendo o investimento sido efetuado a nível das infraestruturas, nomeadamente banda larga nas escolas, a nível dos conteúdos educativos e a nível da responsabilidade social com projetos como o Comunicar em Segurança ou o PT Escolas.

Anexo B

6.2. Inquérito

Assinala com uma cruz o que melhor retrata a tua posição ou comportamento.

1. Com que frequência recorre a recursos educativos online (gratuitos)?

- Várias vezes por dia
- Em média, uma vez por dia
- 2 ou 3 vezes por semana
- Só aos fins de semana
- Menos de uma vez por mês
- Não vejo

<input type="checkbox"/>

2. Os recursos online livres contribuem para uma melhoria na aprendizagem dos alunos.

Concordo O O O O O Discordo

3. Existe um grande número de vídeos educativos, online, de matemática que contribuem para sucesso à disciplina.

Concordo O O O O O Discordo

4. Existe um grande número de vídeos educativos, online, de matemática que contribuem para aumentar o conhecimento geral à disciplina de matemática.

Concordo O O O O O Discordo

Anexo C

6.3. Ficha de avaliação de conhecimentos

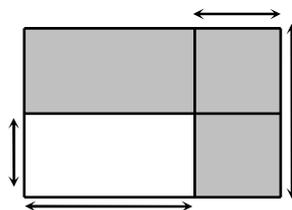
1. Considera a equação $x^2 + 10x = 11$, num pequeno texto traduz a equação dada para um problema de áreas.

2. Resolve a equação $x^2 + 10x = 11$ pelo método de Completar o Quadrado, de forma:

2.1. Algébrica;

2.2. Geométrica.

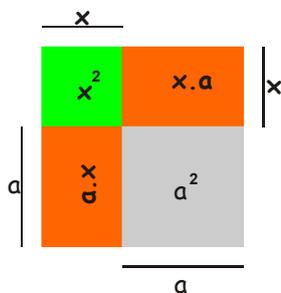
3. Considera a figura abaixo:



3.1. Indica um polinómio simplificado que traduza a área colorida da figura.

3.2. Determina x sabendo que a área colorida é de 100 u.a.

4. Que regra de simplificação é sugerida pela decomposição de áreas ilustrada?



Anexo D

6.4. Dados recolhidos para investigação

Os dados foram traduzidos em variáveis discretas

Sexo assume valor 1 para os elementos masculinos e 2 para os femininos.

Média escolar varia entre 0 e 20 valores.

Média total da avaliação dos conhecimentos varia entre 0 e 20 valores.

Tabela 17 – Dados estatísticos recolhidos na investigação

Grupo	Sexo (1-2)	Méd Escol (0-20)	Total (0-20)	Alg (0-25)	Geom (0-25)	Freq (0-5)	Rec (1-5)	Víd Mat Suc (1-5)	Víd Mat Conh (1-5)
1	1	16	5,6	6	2	1	4	3	4
1	2	14	10,6	25	16	1	3	4	3
1	2	15	9,4	25	10	1	3	4	4
1	1	12	5,2	0	6	1	4	4	4
1	1	11	7,6	6	0	2	4	4	4
1	1	13,6	1,4	0	0	0	4	3	3
1	1	13,6	8,6	0	10	3	4	5	4
2	2	14,3	18	25	25	3	5	5	5
2	2	14,7	7,2	0	16	1	4	3	3
2	2	12,7	14,2	4	25	1	5	3	3
2	2	12,3	4	0	0	2	4	3	3
2	1	13,7	14,6	4	19	1	5	2	2
2	1	14,3	8,4	2	16	1	5	5	5
2	1	12,7	6,4	0	2	3	5	3	2
2	1	15,0	14,6	4	19	3	5	4	5
3	1	17,0	14,2	4	25	1	3	3	3
3	1	11,3	14,4	2	25	1	4	3	3
3	2	11,7	9,4	2	25	0	4	3	3
3	2	12,0	7	2	5	0	3	3	3
3	2	9,3	13,8	2	25	2	4	3	3
3	2	11,0	12,8	2	25	2	4	3	3
3	1	19,3	15,8	4	25	0	3	3	3

Anexo E

6.5. Grupos de Amostra Iniciais

Os elementos da amostra desta investigação foram alunos do 12ºano. A participação nesta pesquisa, foi opcional e consciente do objetivo a que se destinava. Formaram-se três grupos de pesquisa com sete, dez e oito alunos, inicialmente, que sendo designados por Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3, respetivamente. Os elementos do Grupo 1 vão ser designados por a_i , com $i \in \{1,2,3,4,5,6,7\}$, de forma análoga vai ser feita a denominação dos elementos dos outros grupos.

Para uniformizar os grupos em termos de média geral à disciplina de matemática houve necessidade de retirar dois elementos do grupo 2. Para além dos elementos retirados, houve a auto exclusão de um dos elementos do grupo 3 por falta de disponibilidade.

Médias de notas a matemática

Em cada grupo foram analisadas as médias das notas a matemática obtidas pelos alunos no final do 10ºano, final do 11ºano e no segundo período letivo do 12ºano.

Grupo 1

Tabela 18 - Médias à disciplina de matemática do Grupo 1

Grupo1	Nota 10ºano	Nota 11ºano	Nota 12ºano (2º período)
a_1	15	15	18
a_2	15	15	12
a_3	15	15	15
a_4	13	12	11
a_5	11	12	10
a_6	Exame	Exame	Exame
a_7	Exame	Exame	Exame
Média	13,8	13,8	13,2

O Grupo 1 possui média de 13,6 a matemática dos últimos três anos.

Grupo 2

Tabela 19 - Médias à disciplina de matemática do Grupo 2

Grupo2	Nota 10ºano	Nota 11ºano	Nota 12ºano (2º período)
b ₁	13	16	14
b ₂	14	15	17
b ₃	14	16	14
b ₄	12	13	13
b ₅	12	13	12
b ₆	15	12	14
b ₇	13	14	16
b ₈	12	13	13
b ₉	14	14	17
b ₁₀	19	20	19
Média	13,8	14,6	14,9

O Grupo 2 possui média de 14,4 a matemática dos últimos três anos.

Grupo 3

Tabela 20 - Médias à disciplina de matemática do Grupo 3

Grupo3	Nota 10ºano	Nota 11ºano	Nota 12ºano (2º período)
c ₁	16	17	18
c ₂	11	11	11
c ₃	12	11	11
c ₄	12	13	10
c ₅	10	10	8
c ₆	12	11	10
c ₇	20	20	18
Média	13,4	13,1	12

O Grupo 3 possui uma média de 12,8 a matemática dos últimos três anos.

Anexo F

6.6. Médias por grupo à disciplina de matemática no Ensino Secundário

Tabela 21 – Média escolar dos elementos do grupo 1 no Ensino Secundário

Grupo 1 - Algébrico	Nota 10ºano	Nota 11ºano	Nota 12ºano (2º p)	Média
1	15	15	18	16
1	15	15	12	14
1	15	15	15	15
1	13	12	11	12
1	11	12	10	11
1	Exame	Exame	Exame	13,6
1	Exame	Exame	Exame	13,6
Médias	13,8	13,8	13,2	13,6

Tabela 22 – Média escolar dos elementos do grupo 2 no Ensino Secundário

Grupo 2 Geométrico	Nota 10ºano	Nota 11ºano	Nota 12ºano (2º p)	Média
2	13	16	14	14,3
2	14	16	14	14,7
2	12	13	13	12,7
2	12	13	12	12,3
2	15	12	14	13,7
2	13	14	16	14,3
2	12	13	13	12,7
2	14	14	17	15,0
Médias	13,8	14,6	14,9	13,7

Tabela 23 – Média escolar dos elementos do grupo 3 no Ensino Secundário

Grupo 3 Jogo	Nota 10ºano	Nota 11ºano	Nota 12ºano (2º p)	Média
3	16	17	18	17,0
3	12	11	11	11,3
3	12	13	10	11,7
3	14	12	10	12,0
3	10	10	8	9,3
3	12	11	10	11,0
3	20	20	18	19,3
Médias	13,4	13,1	12,0	13,1

Anexo G

6.7. Notas da avaliação da aprendizagem por grupo

Tabela 24 – Notas da avaliação da aprendizagem - grupo 1

Grupo 1					
Intervalo de confiança	Marca	Frequência absoluta	Frequência relativa (F.r)	F.r. acum	Marca x F.r.
[0,2]	1	1	0,14	0,14	0,14
[2,4[	3	0	0,00	0,14	0,00
[4,6[	5	2	0,29	0,43	1,43
[6,8[	7	1	0,14	0,57	1,00
[8,10[	9	2	0,29	0,86	2,57
[10,12[	11	1	0,14	1,00	1,57
[12,14[	13	0	0,00	1,00	0,00
[14,16[	15	0	0,00	1	0,00
[16,18[	17	0	0,00	1	0,00
[18,20]	19	0	0,00	1	0,00
		7	1		6,71

Tabela 25 – Notas da avaliação da aprendizagem - grupo 2

Grupo 2					
Intervalo de confiança	Marca	Frequência absoluta	Frequência relativa (F.r)	F.r. acum	Marca x F.r.
[0,2]	1	0	0	0	0
[2,4[	3	0	0	0	0
[4,6[	5	1	0,13	0,13	0,63
[6,8[	7	2	0,25	0,38	1,75
[8,10[	9	1	0,13	0,50	1,13
[10,12[	11	0	0,00	0,50	0,00
[12,14[	13	0	0,00	0,50	0,00
[14,16[	15	3	0,38	1	5,63
[16,18[	17	0	0,00	1	0,00
[18,20]	19	1	0,13	1	2,38
		8	1		11,50

Tabela 26 – Notas da avaliação da aprendizagem - grupo 3

Grupo 3					
Intervalo de confiança	Marca	Frequência absoluta	Frequência relativa (F.r)	F.r. acum	Marca x F.r.
[0,2]	1	0	0,00	0,00	0,00
[2,4[	3	0	0,00	0,00	0,00
[4,6[	5	0	0,00	0,00	0,00
[6,8[	7	1	0,14	0,14	1,00
[8,10[	9	1	0,14	0,29	1,29
[10,12[	11	0	0,00	0,29	0,00
[12,14[	13	2	0,29	0,57	3,71
[14,16[	15	3	0,43	1	6,43
[16,18[	17	0	0,00	1	0,00
[18,20]	19	0	0,00	1	0,00
		7	1		12,43

Anexo H

6.8. Notas da questão algébrica por grupo

Tabela 27 - Notas na questão algébrica dos alunos do grupo 1

Grupo 1 - Questão Algébrica (0-25)				
Variável	Frequência absoluta	Frequência relativa (F.r.)	F.r. acumulada	Variável x F.r.
0	3	43%	43%	0,00
2	0	0%	43%	0,00
4	0	0%	43%	0,00
6	2	29%	71%	1,71
25	2	29%	100%	7,14
	7	100%		8,86 = 35%

Tabela 28 - Notas na questão algébrica dos alunos do grupo 2

Grupo 2 - Questão Algébrica (0-25)				
Variável	Frequência absoluta	Frequência relativa (F.r.)	F.r. acumulada	Variável x F.r.
0	3	38%	38%	0,00
2	1	13%	50%	0,25
4	3	38%	88%	1,50
6	0	0%	88%	0,00
25	1	13%	100%	3,13
	8	100%		4,88 = 20%

Tabela 29 - Notas na questão algébrica dos alunos do grupo 3

Grupo 3 - Questão Algébrica (0-25)					
Variável	Frequência absoluta	Frequência relativa (F.r.)	F.r. acumulada	Variável x F.r.	
0	0	0%	0%	0,00	
2	5	71%	71%	1,43	
4	2	29%	100%	1,14	
6	0	0%	100%	0,00	
25	0	0%	100%	0,00	
	7	100%		2,57	= 10%

Anexo I

6.9. Notas da questão geométrica por grupo

Tabela 30 - Notas na questão geométrica dos alunos do grupo 1

Grupo 1 - Questão Geométrica (0-25)				
Variável	Frequência absoluta	Frequência relativa	Freq relativa acumulada	Variável x Freq relativa
0	2	29%	29%	0,00
2	1	14%	43%	0,29
6	1	14%	57%	0,86
10	2	29%	86%	2,86
16	1	14%	100%	2,29
	7	100%		6,29
				= 25%

Tabela 31 - Notas na questão geométrica dos alunos do grupo 2

Grupo 2 - Questão Geométrica (0-25)					
Variável	Frequência absoluta	Frequência relativa	Freq relativa acumulada	Variável x Freq relativa	
0	1	13%	13%	0,00	
2	1	13%	25%	0,25	
16	2	25%	50%	4,00	
19	2	25%	75%	4,75	
25	2	25%	100%	6,25	
	8	100%		15,25	= 61%

Tabela 32 - Notas na questão geométrica dos alunos do grupo 3

Grupo 3 - Questão Geométrica (0-25)					
Variável	Frequência absoluta	Frequência relativa	Freq relativa acumulada	Variável x Freq relativa	
0	0	0%	0%	0,00	
0	0	0%	0%	0,00	
0	0	0%	0%	0,00	
5	1	14%	14%	0,71	
25	6	86%	100%	21,43	
	7	100%		22,14	= 89%

Anexo J

6.10. Notas nas questões algébrica e geométrica dos alunos dos três grupos

Tabela 33 - Notas na questão algébrica dos alunos dos três grupos

Questão Algébrica (0-25)				
Variável	Frequência absoluta	Frequência relativa	Freq relativa acumulada	Variável x Freq relativa
0	6	27%	27%	0,00
2	6	27%	55%	0,55
4	5	23%	77%	0,91
6	2	9%	86%	0,55
25	3	14%	100%	3,41
	22	100%		5,41
				= 22%

Tabela 34 - Notas na questão geométrica dos alunos dos três grupos

Questão Geométrica (0-25)				
Variável	Frequência absoluta	Frequência relativa	Freq relativa acumulada	Variável x Freq relativa
0	3	14%	14%	0,00
2	2	9%	23%	0,18
4	3	14%	36%	0,55
6	5	23%	59%	1,36
25	9	41%	100%	10,23
	22	100%		12,32
				= 49%

Anexo K

6.11. Análise matemática: divisão da utilização dos recursos educativos online e subdivisão em sexo

Análise das probabilidades condicionadas para os resultados à questão 1 do inquérito, no se refere à divisão da utilização dos recursos educativos online e subdivisão em sexo.

$P(F | P) = \frac{6}{14} \cong 43\%$ representa a probabilidade de ser do sexo feminino, sabendo que utiliza poucas vezes os recursos educativos

$P(H | P) = \frac{8}{14} \cong 57\%$ representa a probabilidade de ser do sexo masculino, sabendo que utiliza poucas vezes os recursos educativos.

$P(F | Md) = \frac{4}{8} \cong 50\%$ representa a probabilidade de ser do sexo feminino, sabendo que utiliza moderadamente os recursos educativos.

$P(H | Md) = \frac{4}{8} \cong 50\%$ representa a probabilidade de ser do sexo masculino, sabendo que utiliza moderadamente os recursos educativos.

Como o acontecimento utilizar os recursos educativos online muitas vezes é impossível, não faz sentido o cálculo das probabilidades $P(F | M)$ e $P(H | M)$.

Anexo L

6.12. Análise matemática: divisão da utilização por sexo e subdivisão por utilização dos recursos educativos online

$P(P | F) = \frac{6}{10} \cong 60\%$ representa a probabilidade de utilizar poucas vezes os recursos educativos online, sabendo que é do sexo feminino.

$P(Md | F) = \frac{4}{10} \cong 40\%$ representa a probabilidade de utilizar moderadamente os recursos educativos online, sabendo que é do sexo feminino.

$P(P | H) = \frac{8}{12} \cong 67\%$ representa a probabilidade de utilizar poucas vezes os recursos educativos online, sabendo que é do sexo masculino.

$P(Md | H) = \frac{4}{12} \cong 33\%$ representa a probabilidade de utilizar moderadamente os recursos educativos online, sabendo que é do sexo masculino.