

Filipa Neto

Handheld Probes

Aplicação móvel lúdica para aprendizagem
de conceitos matemáticos

Dissertação de Mestrado em Design e Multimédia
Faculdade de Ciências e Tecnologia - 2014/2015
Universidade de Coimbra

Orientadores

Maria José Marcelino

João Cunha

• U •



C •

Orientadores
Maria José Marcelino
João Cunha

Juri
Licínio Roque
Eduardo Nunes

*À minha mãe e ao meu pai
Ao Hugo e à Daniela
A todo os amigos
Aos orientadores*

RESUMO

Os dispositivos móveis tornaram-se objetos indispensáveis no dia-a-dia da maioria das pessoas. São dispositivos que, embora mais pequenos e portáteis, têm as mesmas funcionalidades de um computador – são normalmente chamados de handheld. Para além de possuírem ligação à Internet podem ter aplicações com o mais variado tipo de funções como jogos, agenda, leitor e editor de documentos, consulta de e-mail. As crianças não têm os mesmos interesses que os adultos, elas gostam de aplicações que as distraiam e divirtam. As aplicações que mais utilizam são jogos e aplicações ligadas ao social, que lhes permitam comunicarem entre elas, como redes sociais.

A tecnologia tem facilitado muitas tarefas do dia-a-dia tornando-se indispensável e por vezes indetetável. Contudo na área da educação, a presença de tecnologia não é tão notória. Criar produtos educativos e apelativos às crianças é um desafio, pois é um público em constante mutação e evolução. A personalidade das crianças é afetada pelas suas vivências e experiências.

Tendo em conta as capacidades dos dispositivos móveis e as possibilidades de utilização que oferecem, um dos seus possíveis usos é auxiliar as crianças na aprendizagem da Matemática. Esta é uma matéria considerada difícil pelas crianças porque requer a compreensão de conceitos abstratos. A sua capacidade de os compreender depende de objetos e experimentação.

Neste projeto pretende-se a criação de uma aplicação móvel lúdica, dirigida a crianças do 2º ciclo do ensino básico, que utilizando os sensores do dispositivo, relacione conceitos abstratos com objetos reais, tornando a compreensão da Matemática mais fácil.

PALAVRAS CHAVE

aplicação móvel, dispositivo móvel, criança, aluno, Matemática, active learning sensores, android, design, programação

ABSTRACT

Mobile devices are now part of the people's everyday life. These, called handheld, have the functionalities of a computer but they're smaller and portable. Besides the connection to Internet they can include applications for several purposes, like games, agenda, e-mail consult, documents editor and reader. Children do not have the same interests as adults, they like applications that gives them distraction and amusement. The applications that kids use the most, are games and applications that allow them to communicate with each other, such as social apps.

Technology has facilitated many tasks of everyday life becoming indispensable and sometimes undetectable. But in education, the presence of technology is not as noticeable. Create educational and appealing products to children is a challenge as it is a public constantly changing and evolving. The personality of children is affected by their experiences and experiences.

Knowing the mobile devices capabilities and the possibilities of use, one of the possible uses is helping the kids learn Math. This is a subject considered hard for them because it requires the understanding of abstract concepts. The ability to understand them, depends on objects and experimentation.

In this project, is intended, the creation of a ludic mobile application, directed for kids from the second cicle of school. Using the device sensors, the application will relate abstract concepts with real objects, making easier the learning of Math.

KEYWORDS

mobile application, mobile device, kids, student, Math, active learning sensors, android, design, programming

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	MOTIVAÇÃO	2
1.2.	ENQUADRAMENTO	3
1.3.	ÂMBITO	3
1.4.	ESTRUTURA DO RELATÓRIO	4
2.	ESTADO DA ARTE	7
2.1.	APRENDIZAGEM	7
2.2.	DESIGN DE INTERAÇÃO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS	12
2.3.	DESIGN DE INTERAÇÃO PARA CRIANÇAS	14
2.4.	DESIGN PARA CRIANÇAS	15
	Cores	15
	Personagens	16
2.5.	CARACTERÍSTICAS DO PÚBLICO-ALVO	17
2.6.	DISPOSITIVOS MÓVEIS	18
2.7.	SISTEMAS OPERATIVOS MÓVEIS	19
2.8.	SENSORES	19
	Sensor de luz ambiente	19
	Acelerómetro e giroscópio	19
	Sensor de campo magnético	20
	Sensor de temperatura e humidade	20
	GPS	21
	Barómetro	21
	Hall Sensor	21

2.9.	APLICAÇÕES DE REFERÊNCIA	21
	Math Evolve	22
	Oh No Fractions!	24
	Project Noah	25
	Leaf Snap	26
	Ecobugs	26
	CamFind	27
	Amazing Alex	28
	Pasco SPARK	
	Science Learning System	29
	Fourier Education – Einstein Tablet	39
	Smart Protractor	31
2.10.	ANÁLISE DAS APLICAÇÕES DE REFERÊNCIA	32
3.	OBJETIVOS E METODOLOGIAS	35
3.1.	OBJETIVOS	35
3.2.	METODOLOGIAS	36
4.	PLANO DE TRABALHO	37
5.	APLICAÇÃO FIGURE MATH	41
5.1.	CONCEPTUALIZAÇÃO DA IDEIA	41
5.2.	JUSTIFICAÇÃO	43
5.3.	OBJETIVOS	45
5.4.	FUNCIONALIDADES	46
	Tema “Geometria”:	47
	Tema “Frações”:	48
	Tema “Escalas”:	48
5.5.	ESTRUTURA DA APLICAÇÃO	49
6.	IMPLEMENTAÇÃO – FIGURE MATH	55
6.1.	ESTRUTURA DA APLICAÇÃO	55
6.2.	DESIGN	58

6.3.	PROGRAMAÇÃO	70
	Aplicações Android	70
	Activities	72
	Biblioteca utilizada - OpenCV	73
	Identificação das figuras	76
	Ficheiro CSV	78
	Medir ângulos	86
	Frações	87
	Respostas	88
7.	TESTES DE USABILIDADE	91
8.	CONCLUSÃO	97
9.	PERSPETIVAS FUTURAS	99
10.	BIBLIOGRAFIA	101
11.	REFERÊNCIA DE IMAGENS	107
12.	ANEXO I	109

1. INTRODUÇÃO

No início dos anos 70 surgiu o primeiro telemóvel. Em Portugal este dispositivo começou a tornar-se mais utilizado nos anos 90 (Costa, 2003). No ano 2000 os telemóveis tiveram uma taxa de penetração no mercado de 60% (Mendes, 2014). De repente todos estavam contactáveis em qualquer lugar. No início eram acessíveis só para as classes sociais com maior poderio económico, mas depressa se tornaram objetos do quotidiano para a maioria das pessoas. Eram grandes, pesados, tinham um ecrã pequeno e não tinham mais do que um ou dois jogos. Nessa altura era difícil imaginá-los como são hoje (Costa, 2003).

Hoje temos telemóveis, chamados smartphones, com as capacidades de um computador, embora os componentes dos computadores continuem a ser superiores (M. Smith, 2013). Têm uma grande capacidade de processamento e memória, o que faz que sejam capazes de responder instantaneamente às ações do utilizador. As teclas físicas desapareceram dando lugar a teclados virtuais e a uma utilização muito intuitiva baseada em gestos (“Apps for Kids,” n.d., D. Droog, 2012, Allison Druin, 2005).

Na rua ou em qualquer lugar as pessoas têm os seus smartphones ou tablets consigo. Estes oferecem-lhes serviços e funcionalidades como, por exemplo, a agenda eletrónica, ou até mesmo um livro de receitas. O mercado de aplicações para dispositivos móveis é vastíssimo, com aplicações pagas ou gratuitas.

As crianças não são indiferentes a este fenómeno. Devido às suas características e necessidade de exploração, as crianças procuram tudo o que reage às suas ações. Os dispositivos móveis possuem muitas oportunidades de interação desde os botões às próprias aplicações e jogos. Existe a preocupação entre os pais de evitar o uso excessivo destes aparelhos pelas crianças, mas é bastante difícil evitar que elas os utilizem de todo. A sua interface intuitiva permite às crianças uma rápida aprendizagem do seu funcionamento. A forma como utilizam estes aparelhos é muito próxima da forma como descobrem o mundo. Para além disso, como a interface é composta à base de ícones, as crianças reconhecem facilmente a funcionalidade dos mesmos.

Inevitavelmente as crianças começam a ter os seus dispositivos móveis cada vez mais cedo por várias razões. Seja pela segurança que oferecem aos pais por estarem sempre contactáveis ou pela vontade que demonstram em tê-los. Observando esta realidade, pode-se dizer que os smartphones e tablets fazem parte da vida dos pais e dos filhos hoje em dia.

O aparecimento dos telemóveis não foi bem recebido pela comunidade educativa por serem vistos como fontes de distração na sala de aula (Chiong & Shuler, 2010). Esta opinião ainda se mantém, contrariando a tendência actual e descuidando o grande potencial que estes dispositivos podem ter na atividade de educativa (Kolb, 2007).

Muitas crianças nem sempre gostam das aulas ou se sentem motivadas para aprender. A forma como as aulas são leccionadas nem sempre é apelativa, levando-as a terem dificuldades em aprender, particularmente Matemática.

O trabalho aqui desenvolvido procura contribuir para uma melhor e mais apelativa aprendizagem de alguns conceitos da Matemática. Trata-se de uma aplicação para dispositivos móveis em que a criança explora o meio que a envolve através da procura de figuras geométricas. As figuras encontradas servem como base a perguntas e valerá determinada pontuação.

1.1. MOTIVAÇÃO

O ser humano começa a definir-se como pessoa desde que nasce, através de todas as suas experiências, pelo que estas tomam grande importância. Uma dessas experiências é a escola, onde as crianças têm aulas a maior parte do tempo, as quais consideram muitas vezes aborrecidas.

É consensual entre os psicólogos que as crianças nascem com enorme vontade de explorar e de aprender. Põe-se então a questão do que é que as faz mudar. Se a aprendizagem se torna difícil ou desgastante, o que estará errado?

O método de ensino mais utilizado no sistema educativo português consiste em assimilar o que é transmitido por outros, não proporcionando a descoberta, a exploração e a experiência. Quando um aluno consegue atingir algo por ele próprio sente-se realizada, sente que conquistou algo. Esse é o sentimento natural do ser humano quando aprende, e que pode não estar presente em muitas aulas.

Por se ter a noção das dificuldades que as crianças têm em aprender Matemática, procurou-se criar um produto que tornasse a sua experiência mais agradável e resultando numa aprendizagem mais fácil.

1.2. ENQUADRAMENTO

A Matemática é considerada das matérias de estudo mais difíceis de aprender. Conceitos básicos como proporcionalidade direta ou amplitudes de ângulos não são compreendidos por muitos e tornam-se lacunas na sua aprendizagem.

No ensino do 1º ciclo não se observam tantas dificuldades como no do 2º ciclo. Neste aprendem-se conceitos abstratos, começa-se a utilizar linguagem mais técnica e deixa-se de utilizar objetos como referência. Esta dificuldade talvez possa ser reduzida, por exemplo, através de uma aplicação móvel que faça a ponte entre o abstrato e o real.

O projecto aqui desenvolvido consiste na criação de uma aplicação para dispositivos móveis, dirigida a crianças, com conteúdos do programa de Matemática do 2º ciclo do ensino básico. Nele foram postos em prática os conhecimentos adquiridos durante a frequência no mestrado Design e Multimédia, em particular design de interface e programação. Com este projecto pretendeu-se também adquirir experiência no desenvolvimento de aplicações móveis e design para crianças.

1.3. ÂMBITO

A aplicação móvel desenvolvida neste projeto pretende diminuir a dificuldade das crianças em aprenderem conceitos como fracções, ângulos e escalas. Com o intuito de relacionar conceitos abstratos e a realidade, são usados os sensores câmara e acelerómetro dos dispositivos móveis. A utilização da aplicação pode ser em contexto de aula ou por iniciativa própria.

Para o desenvolvimento deste projeto foi necessário compreender como as crianças adquirem os seus conhecimentos, qual o papel do jogo nessa aprendizagem e o impacto da tecnologia na educação e na escola. As diferenças entre o design de interface para computador e dispositivos móveis são de grande relevância assim como o estudo dos princípios de design para crianças.

Para perceber como se diferencia esta aplicação foi necessário uma investigação das aplicações já existentes com o mesmo tema, com o mesmo objetivo e com as mesmas funcionalidades. Após essa pesquisa foi feita uma análise das diferenças com base nas suas características mais relevantes.

Os conteúdos estão de acordo com o programa da disciplina de Matemática e foi necessário pensar na melhor forma de representar graficamente os problemas. Ao longo do processo de criação do design foram feitos testes de usabilidade de forma a construir uma aplicação que realmente fosse de encontro aos gostos do público-alvo.

1.4. ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Este documento está estruturado em 9 capítulos incluindo o presente.

O capítulo 2, Estado da Arte, reúne toda a informação necessária ao desenvolvimento do projeto. Começa-se por analisar o processo de aprendizagem, a sua relação com o brincar, o que é o jogo e a presença da tecnologia na escola. De seguida define-se experiência de utilização em dispositivos móveis (mobile user experience) e quais os fatores que a influenciam. Para uma experiência de utilização bem-sucedida estudam-se as melhores práticas de design para dispositivos móveis e no que difere o design para crianças. Noções do que são dispositivos móveis, quais os seus sistemas operativos e sensores são descritos para uma melhor compreensão da tecnologia usada. No final do capítulo, recolhem-se e analisam-se as aplicações que reúnem características e funcionalidades semelhantes às deste projeto.

Os Objetivos discriminam quais as várias metas a atingir ao longo do desenvolvimento do projecto e nas Metodologias descreve-se como se pretendem atingir os objetivos.

No plano de trabalho, é representada graficamente, num diagrama de Gantt, a distribuição de tarefas ao longo do tempo disponível para a realização do projeto.

No capítulo Aplicação – Figure Math descreve-se o processo de concepção da ideia que deu origem à aplicação final, a justificação, os objetivos e as funcionalidades da aplicação, a estrutura da aplicação idealizada e a estrutura final.

O processo de design e de programação é descrito no capítulo Implementação – Figure Math.

No capítulo testes de usabilidade são descritos os testes realizados, a sua justificação, os seus resultados e análise dos mesmos.

Na conclusão é feita uma análise do trabalho realizado, e o que se espera alcançar com o projeto.

Depois da conclusão deste trabalho analisa-se o que faltou e o que ainda pode ser feito no futuro no capítulo Perspetivas Futuras.

A Bibliografia é composta pelas referências bibliográficas usadas assim como as fontes das imagens.

2. ESTADO DA ARTE

Para desenvolver uma aplicação educativa é necessário compreender como se processa a aprendizagem, qual o papel do brincar no desenvolvimento das crianças e como a tecnologia o pode afetar. O conhecimento das tecnologias disponíveis, e do que já existe no mercado, com as mesmas características ou semelhantes, é essencial para a criação de um produto eficiente e inovador.

2.1. APRENDIZAGEM

“...todo o conhecimento é como se fosse um tricô ou uma malha, como se fosse um tecido em que cada peça do conhecimento só faz sentido ou é útil em função das outras peças...” (Bateson).

A afirmação de Bateson define a aprendizagem como um encadear de conhecimentos, uns nos outros, o qual se enquadra na teoria construtivista.

O construtivismo é uma teoria explicativa do conhecimento desenvolvida por Jean Piaget (1896-1980) e Lev Vygotsky (1896-1934). Segundo esta teoria, o conhecimento cria-se a partir da interação do sujeito com o meio físico e social, construindo-se progressivamente ao longo da vida. No entanto, não depende inteiramente do meio como defende a teoria behaviorista, mas também não defende a existência de ideias inatas como o gestaltismo (Rodrigues, 2001).

Piaget defende que a base do desenvolvimento da inteligência é a atividade reflexa e sensorial motora com que se nasce. O autor afirma que o ser humano começa a adquirir conhecimento desde o nascimento, através das suas capacidades motoras e sensoriais, interagindo com o meio físico e social. Segundo a sua teoria, o conhecimento assenta em quatro fases sucessivas, correspondentes a quatro etapas etárias: 0-2 anos, 2-7 anos, 7-11 anos e a partir dos 11 anos. A primeira denomina-se estágio sensório-motor, a segunda, estágio da representação ou pré-operatório, a terceira estágio das operações concretas e por último o estágio da inteligência formal. Só quando a criança tiver cerca de onze a doze anos é que tem capacidade de abstração suficiente para resolver problemas matemáticos sem ajuda de objetos. Para aprender a somar as crianças antes dos 12 anos têm que usar objetos para compreenderem o que é a quantidade. As primeiras aprendizagens da criança são sempre baseadas em experiências.

Piaget definiu dois tipos de experiência: a experiência física, ato de presenciar e manipular algo, e a experiência lógico-Matemática, atribuição de uma propriedade não física a um objeto, como, por exemplo, quando se somam laranjas e se percebe a propriedade comutativa da soma. Assim a criança aprende este conceito e futuramente não vai precisar da experiência para o conhecer e compreender (Melo & Silva, 2005).

Piaget estudou o processo da aprendizagem, mas não analisou qual a melhor forma de aprender. John Dewey (1859-1952) foi um psicólogo, pedagogo e filósofo americano que se debruçou sobre o tema da aprendizagem numa perspectiva mais pedagógica. Foi o mentor do movimento “escola nova” que se opunha ao modelo tradicional educativo onde o aluno aprende ao ouvir o professor e não a experienciar. Defendia que a escola deveria ser uma sociedade democrática, centrada na criança, onde a experiência seria o principal método de aprendizagem. Para Dewey, educar não é sinónimo de transferência de conhecimentos, mas sim guiar a criança no seu percurso natural de exploração do meio. Dewey criou o princípio “aprender a aprender” onde o mais importante não é o que se aprende, mas como se aprende. Ao elaborar um projeto e concretizá-lo, a criança está a aprender, por si só, conceitos que a vão ajudar a resolver problemas futuros e, desta forma, desenvolve as suas estruturas cognitivas.

Um outro psicólogo americano, Jerome Bruner nascido em 1915, psicólogo americano desenvolveu uma teoria cognitiva de aprendizagem: a teoria da instrução assente na aprendizagem por descoberta. Esta afirma que o aluno pode aprender de duas formas: assimilando o que alguém diz ou descobrindo por ele mesmo. Para descobrir o aluno tem que ter um pensamento analítico, explorar e pesquisar, tendo um papel ativo na sua aprendizagem e desenvolvendo as suas capacidades intelectuais. O aluno vai recordar mais facilmente o que aprendeu por descoberta do que o que aprendeu por recepção.

David Ausubel (1918-2008), também psicólogo americano defensor de uma abordagem diferente da educação, defende na sua teoria cognitivista e construtivista, que a aprendizagem é um processo de integração de novos conhecimentos nos conhecimentos já existentes. O aluno adquire novos conhecimentos a cada descoberta, associando-os com os antigos formando conceitos teóricos. O autor denomina a disposição que a pessoa tem para aprender e o processo de reorganização dos conhecimentos novos e antigos, de aprendizagem significativa. A melhor forma de aprender é partir de um conceito geral para um conceito mais específico, havendo assim uma evolução do conhecimento (Monteiro & Santos, 1996).

David Kolb continuou o trabalho de Dewey e desenvolveu e publicou o seu modelo de aprendizagem em 1984. Kolb vê a aprendizagem como um processo e não como um fim ou resultado. Kolb defende que não se procura um resultado

da aprendizagem mas sim a continuação da mesma, não se centra no instrutor mas sim no aluno.

Aprendizagem, para Kolb, é obtida por uma transformação da própria experiência, ou seja, é um ciclo onde se aprende, põe-se em prática o que aprende na experiência e aprende-se com a esta experiência. “Learning is the process whereby knowledge is created through the transformation of experience” (Kolb, 1984, p.38).

O modelo de aprendizagem de Kolb tem dois níveis, um ciclo de quatro estados de aprendizagem e quatro estilos de aprendizagem. O processo de aprendizagem envolve a aquisição de conceitos abstratos que podem ser facilmente aplicados em vários tipos de situações. A vontade de desenvolver novos conceitos resulta de novas experiências.

Relacionado com aprender, é importante definir o que é o brincar, pois esta é a forma das crianças viverem as suas experiências nas quais usam e adquirem conhecimentos.

“O oposto de jogo não é o que é sério mas o que é real” (Freud)

O ato de brincar é visto por Piaget como um ato de reflexão onde a criança põe em prática o que já aprendeu, este ato pode ou não, resultar em novas aprendizagens.

Brincar é a forma de a criança assimilar o mundo e compreendê-lo, permitindo que aprenda a controlar os seus desejos, impulsos e instintos aceitando e cedendo (Perrotta, 2014). Vygotsky, também fundador do construtivismo, afirma, ao contrário de Piaget, que ao brincar a criança não só reflete pensamento como também o desenvolve (Fox, n.d.).

Ao nível cognitivo, o jogo favorece o desenvolvimento da memória, atenção e concentração, melhora a capacidade de comparar e relacionar. Atividades recreativas pobres e inadequadas podem resultar em deficiências cognitivas (Perrotta, 2014).

A nível social, o jogo pode ser caracterizado de três maneiras, solitário, paralelo e social. O jogo solitário acontece quando a criança está nos seus primeiros meses de vida e não sabe interagir socialmente, o jogo paralelo. O jogo paralelo acontece entre o primeiro e o terceiro ano de vida, nesta altura a criança partilha os seus jogos com alguém e existe ajuda mútua. As crianças entre os quatro e cinco anos aprendem a jogar com vários amigos, sendo o jogo, um jogo social (Perrotta, 2014).

Em 1980 Krasnor e Pepler desenvolveram um modelo composto por quatro critérios que definem o brincar: motivação intrínseca, comportamento não literal, efeito positivo e flexibilidade. A motivação intrínseca compreende-se numa atividade livre de restrições e realizada apenas por vontade própria. Comportamento não literal refere-se ao “faz de conta”, quando a criança age de acordo com uma situação imaginária podendo também imaginar-se como uma pessoa diferente. O efeito positivo, como o próprio indica, é o prazer que a atividade proporciona à criança e é perceptível através de comportamentos como o riso. A flexibilidade encontra-se na variedade de formas de brincar que cada criança tem. Todas as crianças brincam, mas nem todas o fazem da mesma forma ou gostam das mesmas brincadeiras. Estas dependem dos gostos de cada uma que dependem da cultura onde estão inseridas (P. K. Smith, 2009). O jogo é uma atividade humana que cria satisfação e prazer (Perrotta, 2014).

“Jogo é uma disposição comportamental que ocorre em contextos descritíveis e reproduzíveis e que se manifesta sob uma variedade de comportamentos observáveis” (Russ, n.d.).

Para a criança o aprender não está separado do brincar, nem os considera opostos. A educação deve satisfazer a atividade humana espontânea, sem impor modelos intimidantes, mas sim, oferecer oportunidade ao indivíduo de criar os seus próprios modelos (Perrotta, 2014). O modelo tradicional educativo tem tendência para considerar as duas atividades, brincar e aprender, opostas uma da outra, assim como a sociedade em geral. Desta forma, segue-se um modelo educativo em que não tem em conta as diferenças das crianças, os seus gostos, as suas capacidades e as suas tendências naturais. A criança deixa de ter prazer em aprender, pois não lhe dá satisfação estar a receber informação em vez de a criar (Barbosa, 1986).

Assim, de acordo com a teoria construtivista, desenvolveu-se o Active Learning (aprendizagem ativa) ou pedagogia ativa. Active Learning é um modelo educativo que promove o estudo e a investigação em contextos realistas, aumenta o sentido de responsabilidade e tomada de decisão dos alunos, cultiva o espírito de equipa e o trabalho colaborativo, utiliza uma aprendizagem generativa de forma a incorporar novos conhecimentos mais complexos nos antigos e avalia o progresso dos alunos no seu conteúdo através de tarefas realistas e sua execução (Grabinger & Dunlap, 1989).

Brincar está muitas vezes relacionado com jogos, e mais recentemente, com vídeo jogos. As crianças passam muito tempo a jogar e descrevem essa atividade como ver televisão, com a diferença que podem interagir com ela. Socialmente, os jogos são muito importantes para as crianças e não representam uma atividade solitária como alguns pais pensam. As crianças gostam de se juntar para jogar vídeo jogos, gostam de falar sobre a forma como jogam, de se gabar

das suas conquistas, de ensinar os seus amigos. As conquistas nos vídeo jogos são transferidas para a realidade e contribuem para a autoestima e status social das crianças.

As crianças mais novas gostam de jogar pelo desafio enquanto que as mais velhas jogam pela competição. Os mais novos podem desistir de jogar temporariamente, se consideraram um jogo difícil. Para além destas motivações, jogar vídeo jogos pode servir também de escape a problemas e à solidão (Olson, 2010).

A competitividade está relacionada com a motivação para o sucesso e auto-realização. Este tipo de motivação pode ser considerado intrínseco ou extrínseco ao sujeito. Extrínseco quando se trata do desejo de ser reconhecido por outros como o melhor; intrínseco quando é um prazer de auto-realização e o sujeito se sente feliz em ter conseguido executar uma tarefa independentemente dos outros (Monteiro & Santos, 2001).

“Mobile devices can form an engaging platform for teaching and learning, with the potential to expand the realm of the classroom. Functionality and context are key considerations when selecting from the myriad of mobile-enabled web sites and applications.” (Cornell University, 2015).

Atualmente as crianças têm acesso cada vez mais cedo aos dispositivos móveis, tornando-se estes objetos do seu dia-a-dia. Aprendem rapidamente a manuseá-los e habituam-se a jogar neles. A idade em que uma criança deve ter o seu próprio smartphone é controversa para os pais e educadores. No entanto, devido à tendência de uso, cada vez maior, destes dispositivos, há educadores que defendem a sua integração nas aulas.

Liz Kolb é professora assistente na Universidade de Madonna em Livonia, Michigan, e escreveu o livro *Toys to Tools, Connecting Student Cell Phones to Education*. Nele defende que os smartphones já fazem parte da vida dos estudantes e o facto de se distraírem nas aulas com eles apenas quer dizer que os alunos não estão suficientemente motivados, pois poderiam distrair-se com qualquer outra coisa que não fosse o smartphone. Proibir dispositivos móveis em contexto educativo é contrariar a tendência dos jovens (Kolb, 2007).

O correto e defendido por Liz Kolb é integrar estes dispositivos na educação, e aproveitar as suas capacidades. Já existem aplicações para ajudar os professores e alunos a partilharem conhecimentos como ShowMe Interactive Whiteboard¹ e Socrative Student².

1 <https://itunes.apple.com/us/app/showme-interactive-whiteboard/id445066279?mt=8>

2 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.socrative.student>

O ShowMe Interactive Whiteboard é uma aplicação que permite aos professores gravar áudio e montar vídeos explicativos. Socrative Student serve para os alunos responderem a perguntas colocadas previamente pelo professor na aplicação, e desta forma o professor conseguir ver imediatamente a correção.

2.2. DESIGN DE INTERAÇÃO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Jackob Nielsen descreveu dez princípios de usabilidade gerais para o desenvolvimento de design de interação.

1. O utilizador deve ter sempre conhecimento do estado do sistema, se este estiver ocupado a executar uma tarefa deve informar o utilizador num tempo apropriado.
2. A interface deve ser coerente com o mundo real e seguir as suas convenções. Por exemplo as setas de avançar e retroceder devem estar à direita e à esquerda respectivamente.
3. O sistema deve permitir ao utilizador voltar ao estado anterior, se por algum engano o utilizador desconfigurar o sistema deve ser possível voltar atrás.
4. Devem-se seguir as convenções da plataforma de suporte para não provocar enganos. Frases, palavras e situações devem ter sempre o mesmo significado em todos os sistemas da mesma plataforma. Por exemplo, é comum o logótipo de uma página web ser o botão que leva à página inicial.
5. Antes de uma acção do utilizador determinante na sua navegação deve-se pedir confirmação para evitar possíveis enganos.
6. O sistema não deve obrigar o utilizador a lembrar-se de ações, objetos e opções, das páginas anteriores, estes devem estar sempre visíveis em todas as páginas. Deve-se dar a possibilidade aos utilizadores mais experientes de evitar o percurso mais longo.
7. Não deve haver informação desnecessária, evitando assim o desvio de atenção da informação relevante.

8. As mensagens de erro devem estar numa linguagem perceptível ao utilizador e não em código.
9. A funcionalidade ajuda deve existir devendo ser fácil de perceber e encontrar (Nielsen, 1995)

Estes são princípios gerais que devem estar presentes em qualquer interface móvel ou não. A interface é o que permite ao utilizador interagir com o sistema, é a interseção entre a esfera do utilizador e a esfera do dispositivo. Os sistemas e os seus contextos de utilização variam, um computador de secretária é utilizado num espaço interior e a interação processa-se através de um teclado físico e de um rato. Um dispositivo móvel é um objeto pessoal, que está sempre ligado e presente em qualquer situação (Savio & Braiterman, 2007). As diferenças entre os contextos de utilização de computadores e dispositivos móveis são significativas, o dispositivo móvel pode ser utilizado para executar tarefas em curtos espaços de tempo, pode ser utilizado enquanto o utilizador está em movimento e enquanto está sujeito a distrações provocadas por mudanças no meio envolvente.

Os dispositivos móveis são usados normalmente para executar pequenas tarefas rapidamente nos mais variados contextos. Por isso o objetivo ao desenhar uma aplicação móvel é permitir ao utilizador realizar a tarefa pretendida o mais facilmente possível. As aplicações móveis apenas devem ter as funcionalidades essenciais à execução da tarefa pretendida, deve-se hierarquizar a informação de forma a que os detalhes só sejam apresentados por escolha do utilizador e não obrigá-lo a repetir passos de navegação. Para melhor responder às necessidades do utilizador, a aplicação deve utilizar todos os recursos disponíveis do dispositivo, como GPS, sensores e outros. Se houver uma aplicação nativa do dispositivo com algumas funcionalidades equivalentes, a aplicação deve comunicar com a nativa mantendo a informação atualizada nas duas (White, 2009).

Os dispositivos móveis acompanham constantemente o seu utilizador e estão sempre prontos a receber comunicações externas, no entanto não são objetos constantes de atenção. Isto quer dizer que apesar de o dispositivo estar sempre ativo, o utilizador apenas lhe dá atenção quando necessita de alguma das suas funcionalidades, ou quando o próprio dispositivo o alerta, por exemplo quando recebe algum tipo de comunicação. O utilizador é interrompido nas suas atividades quando não está a dar atenção ao seu dispositivo e este a requisita. Para que esta interrupção seja mais subtil prevê-se que no futuro os dispositivos interajam através de comunicação não verbal como a vibração, mudanças de temperatura, luzes e outros indicadores de presença virtual. Para facilitar a utilização as interfaces devem usar modelos já conhecidos dos utilizadores (Savio & Braiterman, 2007).

O contexto de utilização do dispositivo móvel condiciona a forma como o utilizador interage com ele, por isso as áreas clicáveis ou alvos de interação devem estar facilmente acessíveis. O ponto 3 das heurísticas da Giant Ant, refere-se a forma de interagir com o telemóvel. Esta pode ser diferente de três maneiras: com apenas uma mão, com as duas mãos, mas usando um só dedo (por exemplo polegar), com as duas mãos e uso dos dois polegares (Hooper, 2013).

O mesmo acontece com tablets, variando um pouco as posições das mãos devido à diferença de tamanho. As três formas de manusear um tablet são: segurar com uma mão e interagir com a outra, utilizar as duas mãos estando o tablet seguro por um suporte, segurando o tablet com as duas mãos utilizando os polegares para a interação (Wroblewski, 2012).

2.3. DESIGN DE INTERAÇÃO PARA CRIANÇAS

Jakob Nielsen realizou dois estudos de usabilidade de websites para crianças. A partir deles apercebeu-se que os princípios de usabilidade para adultos são os mesmos de há nove anos atrás, mas o mesmo não acontece em relação às crianças. As crianças têm muito mais acesso a tecnologia atualmente que há nove anos, o que lhes permite obter mais experiência e por isso uma maior facilidade de utilização. Uma das diferenças observadas foi que as crianças há nove anos estavam mais dispostas a ler as instruções de um jogo do que as crianças com a mesma idade atualmente, do que se conclui que quanto mais experiência o utilizador tem menos vontade tem de ler.

O que torna uma interface fácil de utilizar para adultos também o faz para crianças, o que se deve ter em atenção são as diferenças de objetivos e comportamentos. As crianças não vêm os computadores, telemóveis, tablets como instrumentos de trabalho ou objetos que ajudam nas tarefas do dia-a-dia. Para elas são objetos com os quais podem brincar e talvez usar para tarefas da escola (Read & Bekker, 2011, Nielsen, 2010). Gostam de conteúdos multimédia (Nielsen, 2010), de explorar as interfaces e ver o que faz cada botão. Mesmo que não seja um jogo, tentam descobrir o mundo virtual como descobrem o mundo real (Bruckman & Bandlow, 2002, Read & Bekker, 2011, Fang, Luo, & Xu, 2011). Esta curiosidade e a pressa que têm em conhecer o mundo implica que as aplicações para crianças tenham que responder rapidamente pois se a ação da criança não tiver um efeito imediato ela terá tendência para a voltar a executá-la ou abandonar a aplicação. Assim como os adultos, as crianças gostam de sentir que têm o controlo da aplicação. Se a resposta a uma ação tiver que demorar mais

tempo deve-se informar o utilizador que a aplicação está em processamento e dar-lhe a possibilidade de fechar a aplicação ou voltar atrás. Esta sensação de controlo proporciona ao utilizador mais confiança para explorar a interface e não ter medo de cometer erros (Hourcade, 2006) (Nielsen, 2010).

Devido à falta de capacidade de abstração das crianças, as interfaces devem basear-se em elementos realistas e naturais para elas (Fang et al., 2011, Bruckman & Bandlow, 2002, Large, Beheshti, & Rahman, 2002). No estudo de Nessel & Large (2004) verificou-se que os ícones não teriam que ser tão literais, pois não houve dificuldades na compreensão de um ícone com a figura de um comboio que representava a ideia de transporte. O ícone da aplicação deve distinguir-se dos outros e do fundo e deve também representar a ação que produz. As crianças não possuem a mesma capacidade de leitura dos adultos pelo que se deve evitar o texto e se for necessário deve consistir em frases curtas, claras e legíveis com tamanho de letra generoso (Hourcade, 2006, Nielsen, 2010). O mais importante ao desenhar uma interface para crianças é desenhar para uma faixa etária específica. As crianças têm gostos muito diferentes ao longo do seu desenvolvimento (Large et al., 2002), as mais novas gostam de desenhos infantis e cores suaves, enquanto que os mais velhos começam a gostar de conteúdos mais sérios e cores mais berrantes. A maior parte das embalagens de produtos dirigidos ao público infantil utiliza desenhos e fontes tipo cartoon (Elliott, 2012).

2.4. DESIGN PARA CRIANÇAS

Cores

“Sobre o indivíduo que recebe a comunicação visual, a cor exerce uma ação tríplice: a de impressionar, a de expressar e a de construir. A cor é vista: impressiona a retina. E sentida: provoca uma emoção. E é construtiva, pois, tendo um significado próprio, tem valor de símbolo e capacidade, portanto, de construir uma linguagem própria que comunique uma ideia.” (Farina, 2006).

As crianças preferem cores vivas em vez de cores pouco saturadas (Farina, 2006)(Large et al., 2002) (Druin, 1996). Quando nascem, os bebés ainda não têm a visão completamente formada, pelo que não distinguem bem as cores, vêm as cores com baixa saturação. Por este motivo é mais fácil para eles distinguirem cores puras (Association American Optometric, n.d., Kalloniatis & Luu, 2007). A partir dos três meses, as crianças completam o desenvolvimento das

fôveas e com a ajuda do tato aprendem a noção de profundidade (Farina, 2006). Bamz (1980 citado em Farina, 2006) fez um estudo do qual concluiu uma relação entre a preferência da cor e a idade. Segundo Bamz desde que nasce até aos 10 anos a criança prefere o vermelho, classificando esta idade como a idade da efervescência e da espontaneidade. Dos 10 aos 20 anos, a pessoa prefere o laranja, sendo esta idade da imaginação, excitação e aventura. Este psicólogo explica a preferência das crianças por cores quentes, porque são as cores que vêm melhor, em oposição à percepção da cor azul. Com a idade, o olho vai-se tornando amarelado e vai perdendo a boa visão das cores quentes e melhorando a visão do azul (Farina, 2006)

A preferência por cores específicas está relacionada com as emoções que essas cores provocam. As emoções são desencadeadas por associação a memórias e experiências anteriores. No estudo de Boyatzis (Boyatzis & Varghese, 1994) verificou-se a associação das crianças de sentimentos positivos a cores vivas e sentimentos negativos a cores escuras.

Neste estudo os rapazes apresentaram mais reações positivas perante cores escuras do que as raparigas. Confirmou-se também uma tendência para o aumento de afinidade por cores vivas proporcional à idade.

Os contrastes de cor transmitem sensação de movimento, energia, dinamismo, diversão, sensações que agradam às crianças por elas próprias se identificarem com eles (Farina, n.d.).

No estudo de Large et al. (2002) confirmou-se o gosto das crianças por cores vivas e contrastantes, mas também a objeção a espaços brancos e vazios nas interfaces. Esta conclusão veio contrariar opiniões de especialistas como Nielsen (2000) (citado em Large et al., 2002), que defendem a adaptabilidade das interfaces aos vários tipos de ecrã utilizando fundo branco e espaços vazios. Contudo, numa pesquisa posterior (Nesset & Large, 2004), verificou-se que o uso de espaços brancos não era necessariamente criticado pelas crianças. Os espaços brancos utilizados no website em causa estavam integrados no design e por isso não provocavam desconforto.

Personagens

Uma interface com a presença de personagens torna-se mais apelativa ao público infantil. Se a criança já estiver familiarizada com o personagem, irá ganhar rapidamente afeição pelos produtos a ele associados. Se se tratar de um personagem desconhecido para a criança é importante que este consiga captar a sua atenção e provocar estímulos positivos (D. Droog, 2012). Para que um personagem desconhecido consiga criar uma relação com a criança, o personagem deve ser congruente com o produto. Por exemplo, um personagem com

a forma de um coelho é congruente com o produto cenoura. De acordo com Jacoby e colegas (1989) (referido por S. M. de Droog, Buijzen, & Valkenburg, 2012) um estímulo congruente é processado mais fluentemente do que um incongruente. Devido a ideias e imagens previamente adquiridas, a criança vai reconhecer o estímulo e irá mais facilmente criar uma relação afetiva com o produto (S. M. de Droog et al., 2012).

Para as crianças, os personagens numa interface têm a função de acompanhar a navegação. Os personagens devem ser expressivos, adaptando-se aos diferentes contextos (Large et al., 2002), as crianças preferem que sejam animados. Existem opiniões, de alguns especialistas como Kunz (2000) (citado por Large, Behesht, Nettet, & Bowler, 2000), que afirmam que um design atrativo se torna uma distração para os seus utilizadores. Ideia esta, contrariada pelo estudo de Andrew Large, Jamshid Beheshti, Valerie Nettet & Leanne Bowler (2000). Como já referido, os objetivos de utilização das crianças e dos adultos são diferentes, e enquanto os adultos têm um objetivo específico e uma utilização muito prática, as crianças gostam de explorar com o objetivo de se divertirem, pelo que animações são bastante apreciadas por este tipo de público.

2.5. CARACTERÍSTICAS DO PÚBLICO-ALVO

As crianças entre os 9 e os 12 anos não se consideram a si mesmas crianças e não gostam de ser tratadas como tal. Se lhes for apresentado um tipo de design mais infantil, vão descartá-lo e sentir-se-ão ofendidas por as terem considerado mais novas do que são. Nesta idade as crianças começam a usar mais aplicações com foco no social do que dirigidas a crianças e começam a procurar mais informação do que entretenimento. É a idade da pré adolescência onde criança sente necessidade de se afirmar.

Como já começam a pensar abstractamente pelos 11 e 12 anos, nesta idade as crianças têm tendência a ter mais cuidado no seu comportamento exploratório, querendo prever o que vai acontecer antes de executarem uma ação. As interfaces para esta faixa etária devem ser simples, mas apelativas, de forma a que a criança pense nas opções sem se focar de mais na interface.

A narrativa associada ao desafio e exploração pode tornar a experiência muito mais interessante para as crianças da faixa etária 9-12. Já possuem consciência das suas decisões e agrada-lhes sentir que têm o controlo da narrativa, como num puzzle. A liberdade de escolha é muito importante.

Deve-se promover a individualidade da criança permitindo que faça as suas próprias escolhas deixando-a encontrar a informação por autodescoberta (Gelman, 2014).

2.6. DISPOSITIVOS MÓVEIS

Prevê-se que em 2015 os dispositivos móveis substituam os computadores como meio principal de acesso à Internet (Maine, 2012)

Atualmente considera-se um dispositivo móvel um smartphone, um tablet ou ainda um phablet.

O conceito de smartphone não é totalmente consensual, mas considera-se que um smartphone é um telemóvel com capacidades de um computador, tendo acesso à Internet por wireless e a possibilidade de instalar aplicações – que não têm que ser necessariamente criadas pela marca do dispositivo – conforme a vontade do utilizador. Antes dos smartphones havia um dispositivo para agenda eletrónica, gps, telefone, computador, e agora todas essas funcionalidades podem ser encontradas apenas num dispositivo (Ron Fedkiw, 2012, Infopédia, n.d.)

Tablet é um dispositivo similar ao smartphone com as mesmas características, mas com ecrã maior e sem a possibilidade de fazer chamadas (Infopédia, n.d.-c). Phablet é um conceito recente de um dispositivo do tamanho de um tablet que permite realizar chamadas como um telemóvel (Infopédia, n.d.-a). Todos estes dispositivos são ligeiramente maiores do que o próprio ecrã, sendo este tátil; são finos e leves e são alimentados a bateria, por isso chamados móveis; e podem ter diferentes sistemas operativos criados especificamente para este tipo de dispositivos. Os mais populares são o Android, Symbian, iOS, BlackBerry OS e Windows Mobile.

2.7. SISTEMAS OPERATIVOS MÓVEIS

Entre os dois principais sistemas operativos, Android e iOS, há algumas diferenças, sendo a principal é que o Android pode estar em qualquer marca de dispositivos e o iOS apenas em dispositivos Apple. O Android permite uma maior escolha tanto no modelo de dispositivo como na própria interface. Por outro lado o iOS tem menos tendência de oferecer más aplicações ou vírus e o design é mais cuidado e mais intuitivo (Santos, 2014).

Em Portugal o número de dispositivos Android é bastante maior do que de dispositivos iOS (Richter, 2014, “Top 8 Mobile & Tablet Operating Systems from Nov 2013 to Nov 2014 | StatCounter Global Stats,” n.d.).

2.8. SENSORES

Um sensor é um aparelho elétrico que mede grandezas físicas e as converte num sinal que pode ser lido e observado (Ron Fedkiw, 2012).

Antes dos smartphones já os telemóveis comuns incorporavam sensores, tais como o microfone, câmara fotográfica, interface bluetooth ou infravermelhos. No entanto, a evolução da tecnologia tornou os sensores cada vez mais pequenos permitindo o seu uso em dispositivos móveis. Exemplos de sensores utilizados nestes dispositivos são: sensor de luz ambiente, acelerómetro, giroscópio, sensor de campo magnético, sensor de temperatura e humidade, GPS, barómetro, hall sensor.

Sensor de luz ambiente

Este sensor serve para medir a quantidade de luz no ambiente onde se encontra o dispositivo. O sistema operativo usa os seus dados para aumentar e diminuir o brilho do ecrã. O sensor é composto por díodos sensíveis à luz (Gujarati, 2013).

Acelerómetro e giroscópio

O acelerómetro é um sensor que mede a aceleração dele próprio. Baseia-se no princípio da segunda lei de Newton, a lei da inércia. Segundo esta lei, um corpo em movimento tende a manter-se em movimento e um corpo em repouso tende a ficar em repouso a não ser que alguma força atue sobre ele. Existem vários

tipos de acelerómetros, mas o seu funcionamento básico consiste numa peça que se move livremente dentro deste; essa peça vai ter tendência de continuar no mesmo estado em que estava e o deslocamento que vai fazer é medido, obtendo-se assim o eixo em que ocorreu e quanta força/aceleração teve (Klopfenstein, n.d.).

A informação que o acelerómetro fornece é sempre em relação à terra e não distingue aceleração gravítica de aceleração linear. Por isso, se se mover o dispositivo com o braço, mas a posição dele na mão não se alterar, o acelerómetro não notará a diferença.

O giroscópio é um sensor que mede a rotação do objeto. É composto por um disco que está sempre a rodar sobre si mesmo, como um pião. O pião mantém-se de pé enquanto está a rodar devido às forças que cria. No giroscópio nunca chega a parar, por isso, quando se move o objeto essa parte do giroscópio mantém-se no mesmo sítio e consegue-se medir quanto é que rodou em cada eixo. O giroscópio detecta movimentos que o acelerómetro não consegue, como o movimento horizontal.

O giroscópio aliado ao acelerómetro consegue determinar o movimento quase exato que a pessoa executou, por exemplo nos comandos da consola Wii ou em jogos como Near Orbit Vanguard Alliance. Torna-se um sensor de seis graus chamado IMU (Goodrich, n.d.).

A rotação do ecrã dos dispositivos móveis depende do acelerómetro e do giroscópio; se o dispositivo não possuir giroscópio terá a limitação de apenas rodar se houver um movimento na posição do dispositivo.

Sensor de campo magnético

Este sensor também chamado de compass mede o campo magnético. Este sensor serve como bússola e indica o norte magnético. Mede o campo magnético em três direções (Gujarati, 2013).

Sensor de temperatura e humidade

Este sensor começou a ser usado recentemente e, para além de poder ser usado para outros fins, dá a informação ao utilizador do tempo meteorológico do local onde se encontra (Sensirion, 2013).

GPS

GPS (Global Positioning System) é um sistema de localização global. Antes de ser incluído este sensor nos smartphones, apenas era possível utilizar este serviço através de um dispositivo próprio. O funcionamento deste sistema consiste no envio e recepção de sinal entre o sensor do dispositivo móvel e no mínimo três satélites GPS. Se o sensor conseguir comunicar com três satélites é feita a triangulação de forma a conseguir localizar o dispositivo no Globo (Brain, n.d.).

Barómetro

Sensor que mede a pressão atmosférica. Serve para tornar a localização por GPS mais rápida, desta forma o GPS terá uma área mais restrita para procurar.

Hall Sensor

Este sensor é parecido com o sensor de campo magnético, mas em vez de calcular o Norte deteta campo magnético próximo. Serve para o sistema operativo saber quando foi fechada a capa do dispositivo. As capas de proteção usam um íman para manter a capa fechada e proteger o dispositivo. Quando o sistema operativo deteta o íman desliga o ecrã e suspende as operações.

2.9. APLICAÇÕES DE REFERÊNCIA

Tendo este projecto como objetivo o desenvolvimento de uma aplicação/jogo educativo para crianças focada na Matemática e seguindo um conceito de active learning, procedeu-se a uma recolha de aplicações de referência com vários temas: aplicações dedicadas ao ensino da Matemática, aplicações para serem usadas no exterior, aplicações que usem reconhecimento de imagem, e jogos que transmitam conhecimento e que desenvolvam o raciocínio.

A maioria das aplicações dedicadas à Matemática abordam apenas um tema, como por exemplo frações, e o seu formato consiste apenas em perguntas e respostas. Este tipo de aplicações não difere muito das fichas de trabalho em papel, por isso não traz novidade à forma de aprender Matemática.

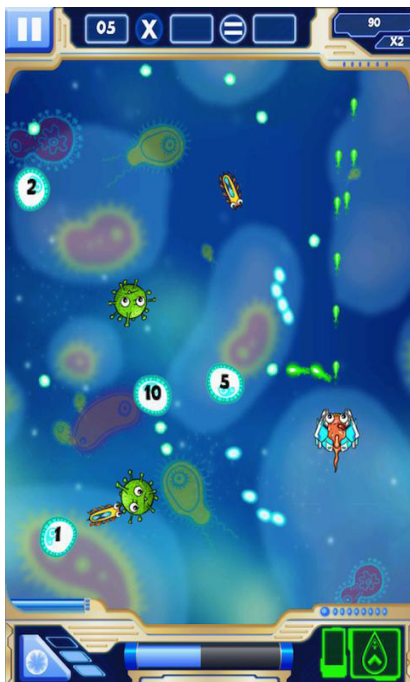
Active Learning começa a ser um tema explorado na criação de aplicações, mas está maioritariamente ligado às ciências naturais e não tanto às outras áreas. Com base neste modelo educativo, os dispositivos móveis podem ser úteis na realização de experiências.

O reconhecimento de imagem está atualmente a ser bastante explorado e implementado em várias áreas, como condução autónoma. No entanto ainda não existe diversidade no mercado de aplicações para dispositivos móveis.

Por fim, as aplicações/jogos tipo puzzle com simulação das leis da física são consideradas muito divertidas entre o público. Podem ser jogadas por pessoas de qualquer faixa etária, não sendo preciso qualquer tipo de conhecimento científico, apenas compreender o jogo e usar o raciocínio lógico. As crianças podem beneficiar deste tipo de jogos reconhecendo a reação a determinadas ações, como a queda ou o impulso, a trajetórias e treinando ao mesmo tempo o seu raciocínio.

As aplicações que se seguem ilustram estes conceitos.

Imagem 1.
Aplicação
Math Evolve



Math Evolve

Math Evolve ganhou o prémio de melhor aplicação educativa em 2011 pela Best App Ever Awards e foi desenvolvida por um professor de Matemática do ensino básico com o objectivo de cativar os alunos a aprender Matemática. Trata-se de um jogo com um conceito bastante tradicional do tipo arcade, onde o personagem está sempre em movimento vertical e a sua posição horizontal pode ser controlada pelo utilizador, simulando assim o percorrer de um caminho. Para além de eliminar os inimigos, o jogador deve apanhar determinados números que aparecem dentro de bolhas; o número certo a apanhar será aquele que torna verdadeira a equação apresentada no topo do jogo.

Se apanhar o número correto ganha pontos e poderes extra, se não perde pontos. No início do jogo o jogador escolhe o nível de dificuldade dos problemas matemáticos, o nível da dificuldade do jogo, as operação Matemáticas que prefere e o nível em que quer jogar. O jogo tem três possíveis ambientes, o mundo microscópico, o mundo debaixo de água e o mundo espacial.

A grande diferença em comparação com outros jogos de Matemática, como por exemplo Brain Exerciser¹, está na forma como o jogador vê o jogo, se o vê como jogo ou se o vê como um exercício da escola. Brain Exerciser é uma aplicação com vários tipos de jogos centrados em números e operações.

Math Evolve, pela sua aparência e jogabilidade, inclui o exercício matemático sem que a criança lhe dê demasiada atenção, dando mais ênfase à componente lúdica, e por isso, faz com que a criança tenha mais prazer em jogar. Numa pequena entrevista a crianças que jogaram este jogo, recolheram-se alguns testemunhos que afirmavam que nem se apercebiam que estavam a resolver equações enquanto jogavam, porque o jogo em si é muito mais interessante.

Math Evolve é um jogo que tem como objectivo facilitar a aprendizagem da Matemática, assim como a aplicação aqui proposta. No entanto, Math Evolve é uma aplicação para utilização individual e leva a que a concentração incida no objecto. A aplicação aqui proposta obriga a olhar em redor, explorando o meio.

¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sergfa.mathmadness>

Imagem 2.
Aplicação
Oh No Fractions!



Oh No Fractions!

Esta aplicação envolve apenas fracções e operações com fracções, comparação, soma, subtração, multiplicação e divisão. Foi desenvolvida pela empresa Curious Hat que se dedica ao desenvolvimento de aplicações educativas para crianças. Não integra personagens e não há uma missão nem pontuações. É muito simples em termos visuais e bastante apelativa em comparação com outras aplicações dedicadas ao ensino de fracções como Simply Fractions. O jogo em Simply Fractions são duas fracções, lado a lado e no meio aparece a pergunta. O jogador escolhe a operação que pretende de entre comparação, adição, subtração, multiplicação e divisão.

A diferença para outras aplicações do género está na explicação para as perguntas, pois a aplicação tem uma função, “show me”, que apresenta duas barras verticais divididas de acordo com a respectiva fracção. Assim consegue-se ter uma perspectiva visual do significado de fracção, tornando-se muito mais perceptível o valor que representa.



Imagem 3.
Aplicação
Project Noah

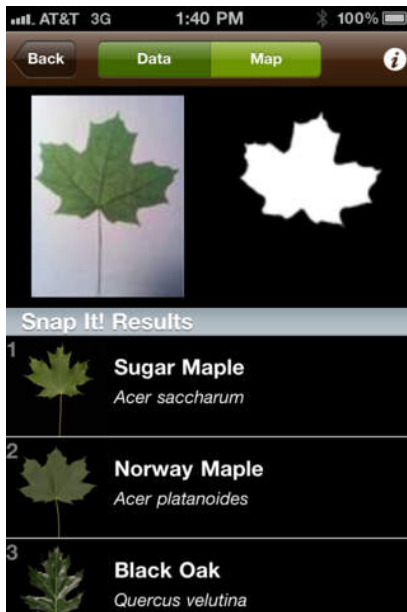
Project Noah

Trata-se de uma aplicação para ser usada no exterior dedicada à exploração da Natureza. É uma aplicação patrocinada pelo National Geographic e lançada pelo programa NYU's Interactive Telecommunications Program em 2010. Serve para registar espécies de animais, vegetais e outros elementos da natureza em fotografia, com detalhes sobre a espécie e o seu habitat, permitindo também guardar a localização geográfica do local onde foram encontradas. Estes dados recolhidos por cada utilizador são guardados na base de dados do Project Noah.

Para além do registo de espécies a aplicação também inclui missões e atribui distintivos conforme as missões conseguidas.

Na aplicação Project Noah o utilizador procura e regista o que encontra, assim como na aplicação proposta nesta dissertação, incentivando o utilizador a sair à rua e explorar. Contudo não é direcionada especificamente para a educação e não tem pontuações, apenas prémios.

Imagem 4.
Aplicação
Leaf Snap



Leaf Snap

Esta aplicação é um projecto conjunto da Columbia University, University of Maryland e Smithsonian Institution desenvolvida em 2011. O seu objectivo é facilitar a identificação de espécies vegetais através de uma fotografia de uma das suas folhas. Usando o reconhecimento de imagem, esta aplicação apresenta uma lista de folhas com formato semelhante à folha recolhida pelo utilizador. Este selecciona a sua folha na lista para saber qual o nome da espécie e outras características da mesma. A sua lista apenas inclui espécies dos Estados Unidos da América.

Leaf Snap utiliza o reconhecimento de imagem, assim como a aplicação aqui proposta. No entanto, Leaf Snap funciona como um dicionário de plantas, não é uma aplicação educativa, nem tem a componente de jogo.

Imagem 5.
Aplicação
Ecobugs



Ecobugs

Ecobugs é uma aplicação para iOS, que tem também um website. A ideia original pertence a Steve Cable da CX Partners e foi desenvolvida em parceria com a Futurelab Education, Mobile Pie e Teacher's Pack. Trata-se de uma aplicação dirigida a crianças entre os sete e os onze anos, com o objectivo de ser utilizada num contexto pedagógico. O seu objectivo é levar as crianças a explorarem o espaço exterior e aprenderem sobre insectos e os seus habitats. Para isso, o professor, ou a pessoa responsável pela actividade, deve esconder, nos recantos a explorar, folhas de papel impressas com determinados símbolos que a aplicação vai reconhecer através da câmara.

Quando a aplicação reconhece o símbolo aparece um inseto e a criança terá que fazer algumas escolhas relativamente a esse inseto.

Eco Bugs é uma aplicação direcionada para a educação, apela à exploração do meio e utiliza o reconhecimento de imagem. No entanto, as imagens têm que ser impressas e colocadas nos locais estratégicos. Na aplicação aqui proposta pretende-se utilizar objetos reais de forma a criar ligação entre o real e o abstrato.



Imagem 6.
Aplicação
CamFind

CamFind

Aplicação dedicada ao reconhecimento de imagem que permite procurar na Internet o objeto ao qual se tirou uma fotografia, preços ou objetos parecidos. Também permite partilhar nas redes sociais, procurar por voz, por texto, tradução e ler códigos QR. Foi desenvolvida por Image Searcher, Inc. em Dezembro de 2014.

CamFind apenas tem o reconhecimento de imagem em comum com a aplicação aqui desenvolvida, mas é de todas a que consegue um reconhecimento mais próximo do real.

Imagem 7.
Aplicação
Amazing Alex



Amazing Alex

Jogo criado pelo mesmo criador de Angry Birds, Rovio. A ação passa-se no quarto do personagem Alex onde são criados vários desafios como por exemplo conseguir que uma bola rebole por prateleiras e chegue a um cesto. É um jogo baseado nas leis da física e na lógica.

A relevância de Amazing Alex para este projecto está na forma como o utilizador é desafiado a executar tarefas que poderia executar na realidade, e por isso tem que utilizar os mesmos princípios. Este tipo de jogos conseguem motivar os utilizadores pelo desafio, e, ao mesmo tempo, promover o desenvolvimento do raciocínio.



Imagem 8.
Spark Science
Learning
System

Pasco SPARK Science Learning System

Este é um dispositivo original da Pasco, que com o apoio de sensores externos e interfaces de comunicação, da mesma empresa, consiste numa ferramenta educativa com várias funcionalidades. Na página web deste dispositivo estão disponíveis experiências de diferentes áreas científicas que podem ser realizadas com esta ferramenta. Uma delas é de um pequeno jogo que utiliza um sensor de movimento e uma interface intermediária de comunicação com o tablet.

O objectivo do jogo é traçar através do movimento do próprio corpo um gráfico de velocidade o mais parecido possível com o apresentado no tablet. O utilizador deve escolher o tipo de gráfico que quer executar, tocar no botão de início de gravação do movimento, à medida que o utilizador se move é traçada a linha no gráfico referente a esse movimento. Se o utilizador perceber que tipo de movimento produz aquele tipo de gráfico será para ele mais fácil ser bem sucedido. Este jogo pede a identificação ao utilizador para guardar as suas pontuações.

A função de Spark-Science Learning System é talvez a mais próxima, de entre as aplicações anteriormente referidas, à da aplicação proposta nesta dissertação, pois liga a educação ao lúdico. No entanto, os sensores utilizados são sensores externos e a aplicação deixa de estar acessível à generalidade do público.

Imagem 9.
Einstein Tablet



Fourier Education – Einstein Tablet

O Einstein Tablet é um produto criado pela Fourier Education e tem associado uma plataforma web onde se partilham atividades para realizar com os alunos, usando

o tablet. O tablet para além de ter mais entradas para interfaces e sensores, possui também a aplicação Einstein, que auxilia na realização de experiências, analisa dados e oferece uma explicação ilustrada sobre o sucedido.

Em comparação com a Spark da Pasco, este sistema torna-se mais apelativo devido às animações que explicam cada experiência.

Assim como a Spark, o Einstein Tablet utiliza sensores externos, que é a maior diferença para com a aplicação aqui desenvolvida. Contudo o facto de incluir explicações animadas demonstra uma preocupação com a total compreensão dos conceitos demonstrados nas experiências, o que torna esta aplicação mais próxima daquela aqui proposta, do que a Spark.

Imagem 10.
Aplicação
Smart Protractor



Smart Protractor

A sua função é medir ângulos como se se tratasse de um transferidor, mas com algumas funcionalidades extra. A imagem de um transferidor está sempre presente e pode ser usado de três formas: uma onde se escolhe o ângulo fazendo o input com os dedos; outra onde o valor do ângulo é dado pela inclinação do dispositivo; e a última utiliza a câmara mostrando no ecrã o que se está a filmar e a imagem do transferidor transparente, sendo o ângulo marcado o da inclinação do dispositivo, como se se tratasse de um pêndulo.

Smart Protractor pode ser considerado um utilitário pois serve apenas para medir ângulos. Não tem componente educativa nem lúdica. É relevante para este projecto porque se trata de uma funcionalidade também presente na aplicação aqui desenvolvida.

2.10. ANÁLISE DAS APLICAÇÕES DE REFERÊNCIA

Nome	Tipo de aplicação			Sensores	
	Jogo	Utilitário	Indefinido	Internos	Externos
HandHeld Probs (Figure Math)	■			■	
Math Evolve	■				
Oh No Fractions			■		
Project Noah	■		■		
Leafsnap		■		■	
Ecobugs	■			■	
Camfind		■		■	
Amazing Alex	■				
Pasco SPARK Science Learning System			■		■
Fourier Education – Einstein Tablet			■		■
Smart Protractor		■		■	

Tabela 1 - Análise de aplicações de referência

As aplicações educativas que têm uma ligação com o mundo real levando o utilizador a explorar o exterior são Project Noah, Leafsnap e Ecobugs. As duas últimas utilizam reconhecimento de imagem e apenas Project Noah e Ecobugs têm a componente de jogo. Ecobugs faz o reconhecimento de determinados símbolos que têm que ser impressos e dispostos pelo local onde vai ser utilizada a aplicação. Se for encontrado o símbolo o utilizador terá que responder a perguntas do tema ciências naturais. Leafsnap reconhece o formato da folha de uma planta mostrando ao utilizador as suas características, funciona como um dicionário.

As aplicações educativas que utilizam reconhecimento de imagem são aplicações dedicadas à Natureza.

Os dispositivos Einstein Tablet e Spark Cience Learning System são tablets com software e aplicações próprias para aquele dispositivo. Estas aplicações são educativas e na sua maioria utilizam sensores externos ao dispositivo.

As aplicações estudadas não educativas são Amazing Alex, Camfind e Smart Proctator. Amazing Alex não é considerada educativa, mas apesar disso consegue, através do jogo, desenvolver o raciocínio lógico dos jogadores. Camfind e Smart Proctator são considerados utilitários, não são jogos e servem para ajudar os utilizadores em alguma tarefa.

O Camfind identifica objetos e apresenta informações sobre eles e o Smart Proctator mede a amplitude de ângulos conforme a necessidade do utilizador. Estas duas funcionalidades vão estar presentes na aplicação proposta nesta dissertação.

Na pesquisa realizada percebeu-se que a aplicação aqui proposta se diferencia das existentes no mercado. Esta é uma aplicação educativa, específica para matemática, faz a ligação ao real através dos sensores internos do dispositivo e tem a funcionalidade de reconhecimento de imagem. Este conjunto de características não foram encontradas numa só aplicação.

3. OBJETIVOS E METODOLOGIAS

Neste capítulo são apresentados os principais objetivos deste trabalho e as metodologias usadas para os alcançar.

3.1. OBJETIVOS

Os objetivos para a realização deste projeto foram:

- Perceber como se processam alguns processos da aprendizagem;
- Analisar o programa de Matemática do 2º ciclo do ensino básico;
- Idealizar a aplicação pretendida;
- Estudar algumas das aplicações existentes;
- Analisar as diferenças da aplicação em desenvolvida em relação às aplicações já existentes;
- Estudar os princípios do design de interface para dispositivos móveis
- Estudar os princípios do design para crianças
- Estruturar o conceito da aplicação
- Desenhar o modelo de interação para a aplicação
- Desenhar protótipos de baixa fidelidade do design de interação
- Analisar resultados dos testes de usabilidade
- Contruir o design detalhado
- Implementação das funcionalidades principais: reconhecimento de imagem e recolha de dados do acelerómetro
- Implementação das restantes funcionalidades
- Desenvolvimento de testes de usabilidade
- Avaliar os resultados dos testes e correção de eventuais problemas

3.2. METODOLOGIAS

Para a composição do Estado da arte foi feita investigação na área da psicologia, das teorias cognitivas, formas de aprendizagem, motivação, modelos educativos, características do público-alvo e impacto dos vídeo jogos no comportamento e desenvolvimento das crianças. Este estudo foi necessário para compreender as necessidades do público-alvo da aplicação proposta. Para além da componente teórica houve também um estudo das tecnologias a utilizar nomeadamente dispositivos móveis, sistemas operativos e sensores.

Ainda no estado da arte foi feita uma pesquisa de aplicações relacionadas com Matemática, utilização de sensores, utilização no exterior e educação. Após a seleção das aplicações mais relevantes foi feita uma comparação entre elas e a aplicação proposta quanto às suas características e funcionalidades.

Quanto à Proposta de design, foi criado primeiro um mapa da interação para assim serem definidos todos os ecrãs a serem desenhados. Depois foram desenhados protótipos de baixa fidelidade de forma a permitir o início do desenvolvimento da aplicação. Quando a aplicação atingiu um estado funcional foram realizados testes de usabilidade e após a aprovação do público-alvo, partiu-se para o Design detalhado onde foram feitas experiências de cores, efeitos e estilos.

O desenvolvimento da aplicação decorreu a par com o desenvolvimento do design detalhado. Na primeira fase foi feita a implementação das funcionalidades principais, reconhecimento de imagem e leitura do acelerómetro. A segunda fase consistiu na construção da interface e interação entre ecrãs.

4. PLANO DE TRABALHO

Na tabela 1 pode-se observar o planeamento inicialmente efectuado para este projeto que envolve as seguintes tarefas fundamentais: revisão da bibliografia e estado da arte, escolha e estudo dos dispositivos de interação a utilizar, elaboração da proposta de dissertação, proposta de design, proposta de design detalhado, desenvolvimento do protótipo, testes e experimentação, análise de resultados, preparação da defesa e apresentação, escrita da dissertação.

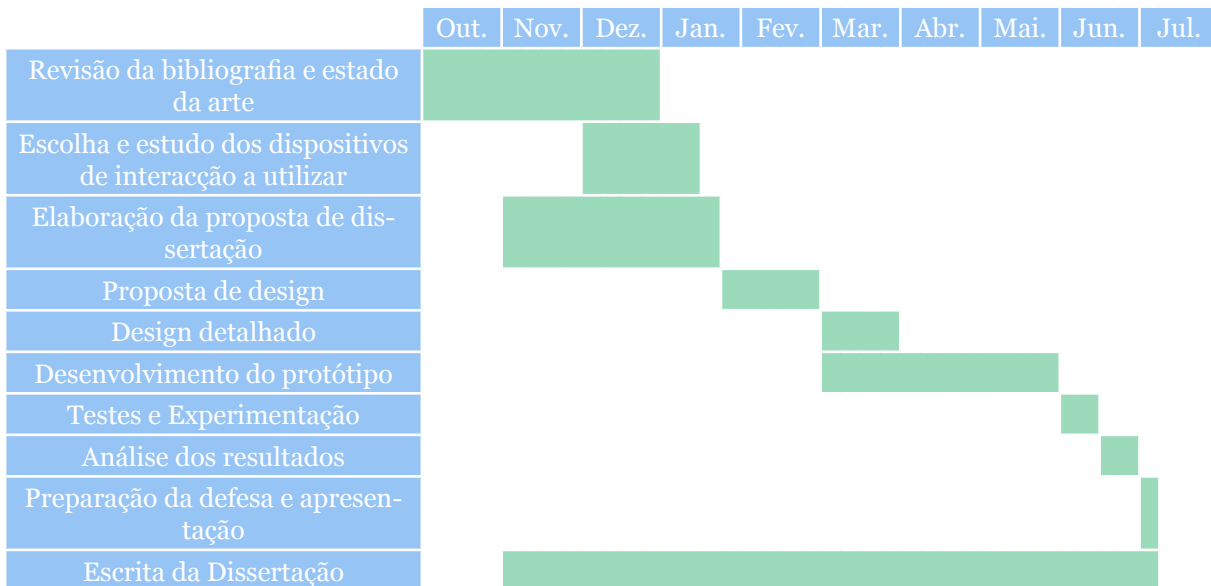


Tabela 2 - Plano de trabalho inicial

	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
Revisão da bibliografia e estado da arte	█											
Escolha e estudo dos dispositivos de interação a utilizar			█									
Elaboração da proposta de dissertação		█										
Proposta de design				█								
Desenvolvimento do protótipo						█						
Testes e Experimentação									█			
Análise dos resultados										█		
Conclusão do design detalhado										█		
Escrita da dissertação	█											
Preparação da defesa e apresentação												█

Tabela 3 - Plano de trabalho executado

Na tabela 2 encontra-se o plano de trabalho elaborado para a concretização do projeto que para além das tarefas referidas anteriormente acrescenta a conclusão do design detalhado.

O desenvolvimento da funcionalidade de reconhecimento de figuras geométricas demorou mais tempo do que o previsto, devido à necessidade de estudar sobre processamento de imagem e também compreender o funcionamento da biblioteca utilizada.

Devido à especificidade do público-alvo os testes de usabilidade tiveram que ser realizados até à segunda semana de Junho, pois a partir dessa data as crianças estariam de férias e não teriam disponibilidade. Na altura da realização dos testes de usabilidade o protótipo ainda não estava completo e o design também estava numa fase muito inicial.

Tendo em consideração os objetivos deste trabalho e os contratempos que se apresentaram, entendeu-se que seria melhor estender o prazo de conclusão do projeto.

O estado da arte representa toda a fundamentação para o desenvolvimento do projeto, pois foi necessário pesquisar e estudar para ter uma perspetiva clara do que se iria fazer.

Depois de saber o que se pretendia fazer foi necessário escolher o suporte, ou seja, decidir qual a tecnologia que se iria usar no desenvolvimento do projecto.

Conforme foi feita a pesquisa recolheram-se as informações relevantes para a construção da proposta de dissertação.

Antes de implementar foi preciso definir a estrutura e o aspeto da aplicação, para isso construiu-se uma proposta de design ainda não detalhado.

Com a estrutura da aplicação definida iniciou-se o desenvolvimento da aplicação que envolveu a aprendizagem de uma nova linguagem de programação, a aprendizagem dessa linguagem especificamente aplicada ao desenvolvimento em Android e ainda o estudo da biblioteca utilizada para reconhecimento de imagem.

Assim que existiu um protótipo funcional foi possível testá-lo através de testes de usabilidade, analisar os resultados corrigir as falhas apontadas e concluir o design detalhado.

A dissertação foi escrita desde o início da recolha de informações até à conclusão do projeto, procedendo-se depois à sua apresentação.

5. APLICAÇÃO FIGURE MATH

Neste capítulo descreve-se o processo de criação da ideia e estruturação da aplicação

5.1. CONCEPTUALIZAÇÃO DA IDEIA

A proposta de estágio que deu origem a este trabalho permitia que o projeto pudesse seguir vários caminhos. Os seus requisitos eram que se desenvolvesse uma aplicação para crianças do 2º Ciclo que utilizasse os sensores disponíveis nos dispositivos móveis. Assim, o primeiro passo para a criação de um conceito de aplicação foi estudar os sensores que os dispositivos móveis incluem, e quais poderiam ser as suas utilizações práticas para o público-alvo. Estas foram divididas em duas categorias, utilização dentro da sala de aula e utilização no recreio.

No recreio pensou-se por exemplo em:

- Pedir à criança que saltasse a maior distância que conseguisse, esta distância é medida pelo dispositivo e gravada. Depois outra criança faria o mesmo com o mesmo dispositivo. Haveria assim duas medidas que poderiam ser comparadas. Seria apresentada uma reta numérica onde se representavam os dois saltos e a criança teria que responder a perguntas como “Qual a fração que precisavas saltar para alcançar o salto do João?”
- Saber quem salta mais alto
- Saber quem correu mais ou mais depressa
- Andar de forma a que o caminho percorrido tenha a forma de um número, resultado por exemplo de uma conta/problema.

Na sala:

- Medir a inclinação da mesa
- Saber se se deve fechar a persiana para conseguir ver bem o projetor
- Saber se está muito barulho na sala
- Saber se vai bater o sol na janela (com a bussola e a hora)
- Saber se uma pedra contém metal / ferro

- Detecção de formas geométricas no meio (encontre um triângulo! Que tipo de triângulo é? | Encontre um círculo! Quais os nomes das linhas? Áreas etc)

Os objetivos destas funcionalidades consistiam em proporcionar diversão e ao mesmo tempo aprendizagem utilizando dispositivos móveis, demonstrar um uso prático da Matemática lecionada nas aulas, combater o isolamento e promover a actividade física.

As primeiras ideias para a aplicação proposta situavam-se no campo das medições de objetos físicos e formas de integrar essas medições em atividades comuns da escola. No entanto, durante a pesquisa de aplicações existentes percebeu-se que os sensores internos dos dispositivos não tinham as capacidades necessárias para calcular o espaço percorrido, ou calcular a altura da criança.

As funcionalidades inicialmente planeadas foram pensadas como aplicações para os sensores e a relação entre elas não era coerente de forma a construir uma aplicação móvel com um conceito bem definido.

Das funcionalidades pensadas surgiu a que deu origem a este projeto, a procura de figuras geométricas com a câmara do dispositivo. Percebeu-se que através das figuras geométricas se poderia explicar o conceito de frações, considerado em algumas das funcionalidades iniciais.

A consolidação do conceito foi feita com base no programa de Matemática do 2º ciclo. Foram analisados os conteúdos para perceber quais poderiam ser aplicados com base nas figuras geométricas.

Tendo em conta que a proposta desta dissertação refere a utilização de vários sensores optou-se por, para além da utilização da câmara, incluir a utilização do acelerómetro na medição de ângulos.

Durante o 1º semestre e as reuniões com os orientadores definiu-se o caminho que este projeto tomaria, foram analisadas várias opções e obtidas conclusões.

5.2. JUSTIFICAÇÃO

A Matemática é uma ciência que estuda entidades abstratas, mas que estão ligadas à realidade. A quantidade que um número expressa não é palpável, mas pode ser percebida através de um grupo de objetos.

Na aprendizagem da Matemática observam-se dificuldades na compreensão de conceitos abstratos que começam a ser lecionados no 2º ciclo do ensino básico. A idade dos alunos do 2º ciclo encontra-se entre os 10 e os 12 anos. Neste intervalo de idades, os alunos ainda não são totalmente capazes de relacionar conceitos abstratos. Segundo Piaget entre os 7 e os 11 anos a criança ainda não tem capacidade de abstracção suficiente para raciocinar sem a ajuda de objetos, não se enquadra no estágio das operações concretas, mas também ainda não chegou ao estágio da inteligência formal.

“even the most abstract human knowledge is based on sensory perception”
(Wolf, 1970, p. 50)

Aristoteles, filósofo e cientista grego que viveu entre 384 a.C. a 322 a.C. afirmou que todo o conhecimento abstrato é baseado em percepção sensorial. Desta forma a aplicação aqui proposta pretende aproximar o abstrato do real.

Com base no construtivismo e Active Learning, o projecto aqui proposto é a criação de uma aplicação lúdica (ou jogo) educativa para dispositivos móveis tendo como público alvo os alunos do 2º ciclo do ensino básico. O objetivo desta aplicação é promover o interesse pela Matemática demonstrando as suas aplicações no mundo real. Fugindo ao comum das aplicações, esta incentiva a exploração do meio envolvente, promovendo o contato com o mundo real, podendo tanto ser usada individualmente como em grupo.

Numa fase inicial, houve uma idealização da aplicação e suas funcionalidades, que se descrevem nos próximos parágrafos. Contudo, ao longo do desenvolvimento do projeto, as ideias foram-se consolidando dando origem ao produto final que se tornou um pouco diferente do descrito.

A ideia base da aplicação é procurar figuras geométricas no espaço envolvente. Quanto mais figuras o aluno encontrar mais pontuação terá, para isso deve responder a perguntas relacionadas com os temas da aplicação (geometria, frações ou escalas). Considerou-se que para cada tema poderia haver dois níveis, contudo apenas foi implementado o primeiro. Por cada figura encontrada é necessário responder a perguntas relacionadas com esta, obtendo-se assim pontuação. Para além da aplicação, foi considerada a criação de um website onde seriam apresentadas as pontuações de todos os jogadores, dispostas em gráficos e tabelas, contudo este não foi possível de concretizar.

No primeiro nível procura-se acompanhar o aluno no raciocínio através de perguntas simples de forma a que a última pergunta seja resultado das anteriores. Mesmo que o conceito já seja compreendido pelo aluno, ele estará a praticar e será cada vez mais fácil responder às perguntas.

No segundo nível o aluno poderia escolher se queria continuar a jogar. Depois de responder acertadamente às perguntas do primeiro nível ser-lhe-ia sugerida uma segunda pergunta no segundo. Se respondesse acertadamente na segunda pergunta ganharia pontos extra, se errasse perdereria os pontos que ganhou no primeiro nível. Existe aqui um fator de decisão que torna a experiência mais desafiante.

No tema “Geometria” é pedido ao aluno que faça medições de ângulos com o próprio dispositivo móvel. Desta forma o aluno terá uma melhor noção de inclinação e amplitude, deixa de ser uma experiência apenas visual para ser também física.

O tema “Escalas” não foi implementado mas foi planeado da seguinte forma: o aluno teria que medir um objecto real que tivesse a forma de uma figura geométrica. Essas medidas serviriam como base para calcular as dimensões do objeto a uma escala diferente. Depois de calculada a escala o aluno deveria desenhar em papel a figura geométrica reduzida. Este processo foi pensado para ajudar o aluno a perceber em que é que consiste a escala. Normalmente a explicação deste conceito é feita através de mapas, mas uma criança de onze ou doze anos ainda não tem noção do tamanho real de um país. Uma mesa, por exemplo, é um objeto suficientemente grande, para que o seu desenho com medidas reais não caiba numa folha A4. Ao pedir à criança que meça o objeto e que o desenhe, ela vai perceber que as proporções da figura geométrica se mantêm, mas as medidas não são as mesmas.

Para tornar a aplicação mais apelativa às crianças introduziram-se pontuações para cada tipo de tarefa. No produto final as pontuações são as mesmas para todas as figuras geométricas mas na aplicação idealizada haveria figuras com mais ou menos pontuação. Assim, para além do desafio por si só, de encontrar figuras geométricas no mundo real, haveria também a vontade de obter figuras com maior pontuação e em maior quantidade. O facto de existir um objetivo e haver reforços positivos pode fazer a diferença na quantidade de vezes que o aluno vai utilizar a aplicação

O público-alvo desta aplicação são crianças que já possuem coordenação motora suficiente para manusearem correctamente um dispositivo móvel, sem correrem o risco de falhar o botão pretendido. Têm também experiência no uso de tecnologia. No entanto as mãos das crianças de dez a doze anos ainda não têm o tamanho das mãos de um adulto, pelo que no desenvolvimento desta aplicação foi importante ter em atenção o local das áreas de interação para que estejam acessíveis aos polegares.

De acordo com os princípios de usabilidade para crianças, a aplicação não tem a opção de configurações para evitar possíveis erros. Uma das dificuldades previstas na utilização da aplicação seria o reconhecimento da figura geométrica, pelo que se considerou a existência de uma opção de traçar linhas, sobre a imagem real, restringindo assim a área para o processo de reconhecimento de forma a reduzir o ruído da imagem. Esta opção foi desenvolvida e implementada, contudo não está presente no produto final porque se encontrou uma solução mais eficaz. Esta solução final consiste numa funcionalidade similar ao *scroll*, onde se aumenta e diminui a sensibilidade da função de reconhecimento.

5.3. OBJETIVOS

Com a aplicação proposta nesta dissertação pretende-se facilitar a aprendizagem de três conteúdos do programa de Matemática do 2º ciclo: números racionais não negativos, propriedades geométricas e proporcionalidade directa. Os dois primeiros são referentes ao 5º ano e o último ao 6º ano.

Não se pretende criar uma aplicação abrangente a todos os conteúdos lecionados em Matemática, mas sim aqueles que podem ser explicados através de figuras geométricas planas.

A aplicação tem como base a procura de figuras geométricas em objetos reais. Por cada figura que encontrar, o aluno deverá responder a algumas perguntas de escolha múltipla, só depois de responder acertadamente é que poderá procurar mais figuras. Por cada figura que encontrar recebe pontos. Inicialmente considerou-se a criação de um website, em paralelo à aplicação móvel, onde estariam armazenadas as pontuações dos jogadores. Estas seriam representadas em gráficos e tabelas de forma a utilizar os conceitos do conteúdo programático representação e tratamento de dados.

Neste projeto optou-se pelo sistema operativo Android por estar mais acessível às crianças, pois os smartphones ou tablets de baixo preço possuem Android (Richter, 2014).

Os sensores utilizados neste projeto são o acelerómetro e a câmara. O acelerómetro é usado para medir a inclinação do próprio dispositivo e a câmara para detetar figuras geométricas de imagens reais.

5.4. FUNCIONALIDADES

Antes do início do desenvolvimento da aplicação delineou-se a estrutura e funcionalidades da aplicação, estas estão descritas nos próximos parágrafos.

A forma como as figuras geométricas reais são utilizadas na aplicação, difere conforme a escolha do conteúdo programático, a qual é feita no ecrã inicial. Este apresenta os temas disponíveis que são “Geometria”, “Frações” e “Escalas”, o último não foi implementado.

A funcionalidade da ajuda, embora não incluída no produto final, teria quatro seções, as primeiras três apresentariam alguns conceitos teóricos relativamente aos temas abordados e a última informações institucionais (créditos).

Nos três temas de jogo haveria dois níveis, dos quais apenas foi criado o primeiro. No primeiro nível o aluno responde a uma ou mais perguntas de forma a chegar a uma conclusão, no segundo seria proposto ao aluno responder a outra pergunta, estas perguntas são de escolha múltipla.

No primeiro nível o objetivo é guiar o aluno através de várias perguntas simples até chegar à conclusão pretendida.

No segundo nível a pergunta seria relacionada com a anterior mas seria mais complexa e não seria composta por vários passos. Inicialmente pensou-se aplicar uma pontuação diferente de acordo com a figura geométrica escolhida e com o tema. No produto final atribui-se 10 pontos à primeira pergunta e 15 pontos à segunda pergunta. Jogar o segundo nível seria uma opção do aluno, se respondesse acertadamente ganharia mais pontuação, se errasse perderia a pontuação que ganhou no primeiro nível.

O sensor acelerómetro é usado no menu de jogo “Geometria” para calcular ângulos.

A forma de identificação da figura geométrica não foi implementada como inicialmente se previu. Antes de iniciar o desenvolvimento da aplicação definiu-se que a aplicação iria identificar a figura geométrica automaticamente, apenas apontando a câmara ao objeto, no entanto a função de reconhecimento não funciona dessa forma. Numa imagem, a função de reconhecimento pode identificar várias figuras sem ser a que o utilizador pretende. Para auxiliar o utilizador na utilização da aplicação, considerou-se reproduzir um determinado som no momento de reconhecimento da figura, para que este percebesse que a sua ação foi realizada com sucesso. Esta funcionalidade não está presente no produto final.

Para que a mesma imagem não pudesse ser usada mais do que uma vez pensou-se numa possível comparação da imagem recolhida com as já existentes. Esta funcionalidade não é possível de implementar porque a correspondência de pixéis das duas imagens tem que ser exatamente igual, o que em duas imagens recolhidas por uma pessoa, é extremamente difícil de conseguir.

Tema “Geometria”:

Neste tema, após o reconhecimento da figura é apresentada uma pergunta relacionada com propriedades geométricas. Nesta pergunta é pedido que meça algo com o dispositivo, relativo à imagem. Por exemplo retas perpendiculares num retângulo, o aluno tem que posicionar o dispositivo verticalmente, alinhado a uma reta vertical do retângulo, e depois horizontalmente alinhado a uma reta horizontal. Quando o dispositivo estiver na posição pretendida o aluno deve tocar no ecrã de forma a indicar que é aquela a posição que quer medir. A pergunta do segundo nível poderia envolver a medição de ângulos complementares.

Tema “Frações”:

Este tema é composto por três ecrãs, cada um com uma pergunta relativa a frações e à figura geométrica recolhida onde são apresentadas quatro possíveis respostas. Nos três ecrãs a imagem da figura recolhida é apresentada e por cima são desenhadas linhas de forma a dividir a imagem em várias partes. A primeira pergunta é “Em quantas partes a imagem está dividida?” pelo que o número de linhas desenhadas depende da pergunta. No segundo ecrã, sobre a imagem recolhida são desenhados alguns retângulos coloridos semitransparentes, correspondentes às partes em que foi dividida a imagem. A pergunta neste segundo ecrã é “Quantos retângulos estão preenchidos?”. No terceiro e último ecrã deste tema utiliza-se a mesma imagem do ecrã anterior e pergunta-se qual a fração que representa as partes coloridas. Se o segundo nível tivesse sido implementado a pergunta poderia ser “Arriskas responder a percentagens?”.

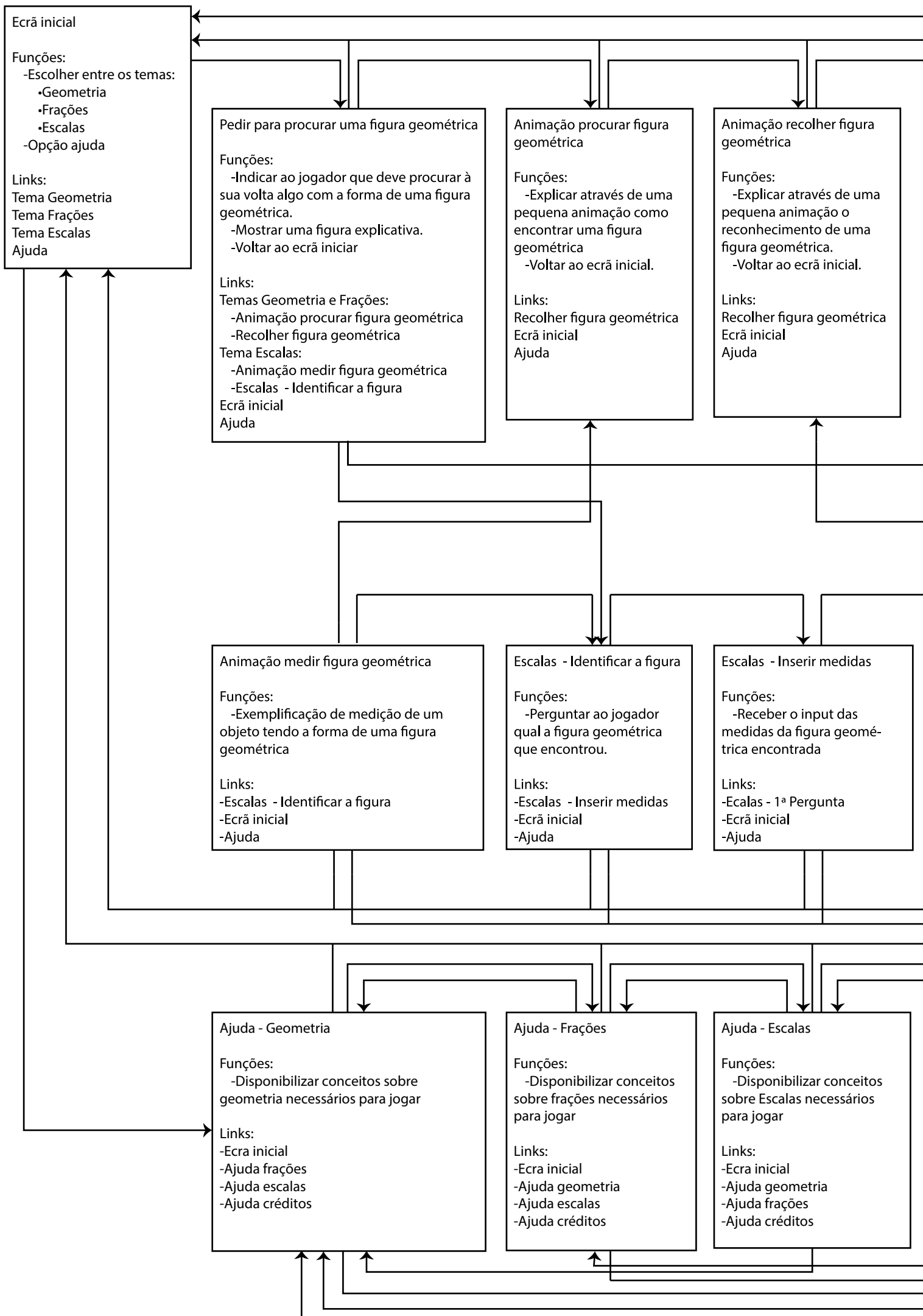
Tema “Escalas”:

Este tema não faz parte do produto final deste trabalho mas foi idealizado conforme seguinte descrição.

A utilização de figuras geométricas na componente “Escalas” (proporcionalidade directa), seria um pouco diferente da anterior. Aqui o aluno é levado a medir figuras geométricas com a ajuda de uma régua, ou da própria aplicação que neste caso incluiria uma régua no seu ecrã. Depois de medir seria pedido que introduzisse as medidas na aplicação. De seguida ser-lhe-ia pedido que respondesse a perguntas como “O comprimento é 30cm na realidade, a quanto equivale numa escala de 1:10?” A mesma pergunta surgiria para a largura, e no fim seria pedido que desenhasse, em papel quadriculado, a figura geométrica na escala usada nas perguntas. Para confirmar que o desenho estava correto o aluno deveria recolher a figura com a aplicação. Nestas perguntas utilizar-se-ia o formato da regra de três simples para guiar o aluno nos cálculos da escala. A pergunta do segundo nível poderia ser “Qual é a constante de proporcionalidade directa aqui aplicada?”.

5.5. ESTRUTURA DA APLICAÇÃO

A estrutura presente na página seguinte foi planeada de acordo com as funcionalidades anteriormente descritas.



Recolher figura geométrica

Funções:
-Identificar uma figura geométrica através da câmara.
-Voltar ao ecrã inicial.

Links:
Tema Geometria e Frações:
-Pergunta
Tema Escalas
-2º nível
Ecrã inicial
Ajuda

Pergunta

Funções:
-Fazer uma pergunta sobre o tema e a figura encontrada.
-Voltar ao ecrã inicial.

Links:
Pergunta
Tema Geometria:
-Geometria - Medir ângulo
Tema Frações:
-2º nível
Tema Escalas:
-Desenhar figura
Ecrã inicial
Ajuda

Geometria - Animação medir ângulo

Funções:
-Explicar através de uma pequena animação a medição de um ângulo com o dispositivo.

Links:
-Geometria - Medir ângulo
-Ecrã inicial
-Ajuda

Geometria - Medir ângulo

Funções:
-Mostrar a inclinação do dispositivo
-Disponibilizar uma área clicável abrangendo grande parte da área do ecrã.
-Gravar a inclinação do dispositivo no momento de toque no ecrã

Links:
-2º Nível
-Ecrã inicial
-Ajuda

Ecalas - Desenha a figura

Funções:
-Pedir ao jogador que desenhe a figura geométrica utilizando as medidas em escala calculadas.

Links:
-2º Nível
-Ecrã inicial
-Ajuda

2º Nível

Funções:
-Apresentar a opção de jogar o 2º nível e quais as consequências

Links:
-Pergunta 2º Nível
-Ecrã inicial
-Ajuda

Ecrã final de jogo

Funções:
-Apresentar a pontuação atual
-Apresentar o sumário das pontuações atribuídas durante o jogo

Links:
Ecrã inicial
Ajuda

Ajuda - Créditos

Funções:
-Disponibilizar informações sobre os criadores da aplicação

Links:
-Ecrã inicial
-Ajuda geometria
-Ajuda frações
-Ajuda escalas

Ecrã inicial

Assim que se executa a aplicação é apresentado o ecrã inicial. Neste ecrã são apresentados os temas do jogo (geometria, frações e escalas) e a ajuda. Cada uma destas opções tem hiperligação para os seus respetivos ecrãs.

Pedir para procurar uma figura geométrica

Após a escolha do tema, é apresentado o ecrã indicando ao utilizador que deve procurar uma figura geométrica. Nele estão presentes as opções consultar a ajuda, voltar ao ecrã inicial e avançar. Abaixo do texto é apresentada uma animação que representa uma situação de jogo. Esta consiste no desenho de um utilizador que procura uma figura geométrica numa sala de aula. O utilizador apercebendo-se que o quadro tem a forma retangular usa a aplicação para a recolher.

Recolher figura geométrica

Neste ecrã a aplicação reconhece a figura geométrica e tem sempre presentes as opções de voltar ao ecrã inicial e consultar a ajuda.

1ª Pergunta

No ecrã da 1ª pergunta é posta uma questão relacionada com o tema escolhido e com a figura geométrica encontrada. Se o tema escolhido for geometria este ecrã leva o utilizador a visualizar uma animação, se não, após ter respondido à questão é remetido para o ecrã do 2º nível. Neste ecrã também estão disponíveis as opções de voltar ao ecrã inicial e consultar a ajuda.

Animação medir ângulo

Neste ecrã é apresentada uma animação que explica como se deve usar o dispositivo para medir um ângulo. Assim como na animação de procura de figura geométrica estão presentes as opções de voltar ao ecrã inicial, saltar a animação e entrar imediatamente no ecrã de medição de ângulo e consultar a ajuda.

Medir ângulo

Este ecrã tem apenas a função de receber a indicação do utilizador de que pretende gravar a posição do dispositivo. Depois de receber a informação de duas posições o utilizador é levado para o ecrã do 2º nível. Neste ecrã estão presentes as opções de voltar ao ecrã inicial e consultar a ajuda.

2º Nível

Neste ecrã propõe-se ao utilizador que jogue o 2º nível informando-o das suas consequências. Se aceitar jogar é levado para o ecrã da pergunta do 2º nível, se não aceitar é levado para o ecrã fim de jogo. Neste ecrã estão também presentes as opções de voltar ao ecrã inicial e consultar a ajuda.

Ecrã fim de jogo

No ecrã fim de jogo é apresentado um resumo da pontuação do utilizador, assim como as opções de regresso ao ecrã inicial e consulta da ajuda.

Animação medir a figura geométrica

Esta animação demonstra um exemplo explicativo de como jogar o tema escalas. No fim da animação o utilizador passa para o ecrã identificar a figura geométrica. Assim como nas outras animações, estão presentes as opções de voltar ao ecrã inicial, saltar a animação e entrar no ecrã identificar a figura, ou consultar a ajuda.

Identificar a figura

Neste ecrã o utilizador deve indicar à aplicação qual a figura geométrica que identificou. Depois de escolher a figura o utilizador é levado para o ecrã inserir medidas. Neste ecrã estão presentes as opções voltar ao ecrã inicial e consultar a ajuda.

Inserir medidas

Neste ecrã o utilizador insere as medidas da figura geométrica que encontrou, depois de confirmar o envio das mesmas para a aplicação o utilizador é levado para o ecrã pergunta. Estão presentes as opções voltar ao ecrã inicial e consultar a ajuda.

Desenha a figura

Neste ecrã o utilizador é informado que deve desenhar a figura geométrica usando as medidas calculadas no ecrã pergunta e é apresentada a opção recolher figura. Ao escolher esta opção o utilizador é levado para o ecrã recolher figura geométrica. Neste ecrã estão presentes as opções voltar ao ecrã inicial e consultar a ajuda.

6. IMPLEMENTAÇÃO – FIGURE MATH

Neste capítulo descreve-se o processo de implementação da aplicação.

6.1. ESTRUTURA DA APLICAÇÃO

Das funcionalidades anteriormente descritas apenas foram implementadas duas, o tema Geometria e o tema Frações. Foi dada prioridade à implementação das funcionalidades mais características da aplicação, reconhecimento de figuras geométricas e medição de ângulos, de forma a torna-la funcional. As funcionalidades da ajuda e das escalas não foram possíveis de implementar devido ao tempo despendido na aprendizagem da programação Android e desenvolvimento da função de reconhecimento de imagem.

Os temas “Geometria” e o tema “Frações” começam da mesma forma, pedindo ao utilizador que procure uma figura geométrica à sua volta. Neste menu mostra-se uma imagem explicativa do procedimento. Após o utilizador identificar a figura geométrica pretendida, deve seleccioná-la tocando sobre ela no ecrã. Depois de selecionada a figura a aplicação conduz o utilizador para a segunda pergunta, relativa à figura que encontrou. A segunda pergunta depende do tema escolhido inicialmente.

Quando o utilizador reconhece uma figura geométrica ganha 10 pontos e quando responde corretamente à segunda pergunta no tema “Geometria” ganha 15 pontos, no tema “Frações”, são atribuídos 5 pontos a cada pergunta seguinte à identificação da figura geométrica.

Se o utilizador responder corretamente a qualquer dos temas aparece o ecrã final onde se informa da pontuação ganha e se dá os parabéns.

A seguinte imagem demonstra a sequência de ecrãs existentes na aplicação desenvolvida.



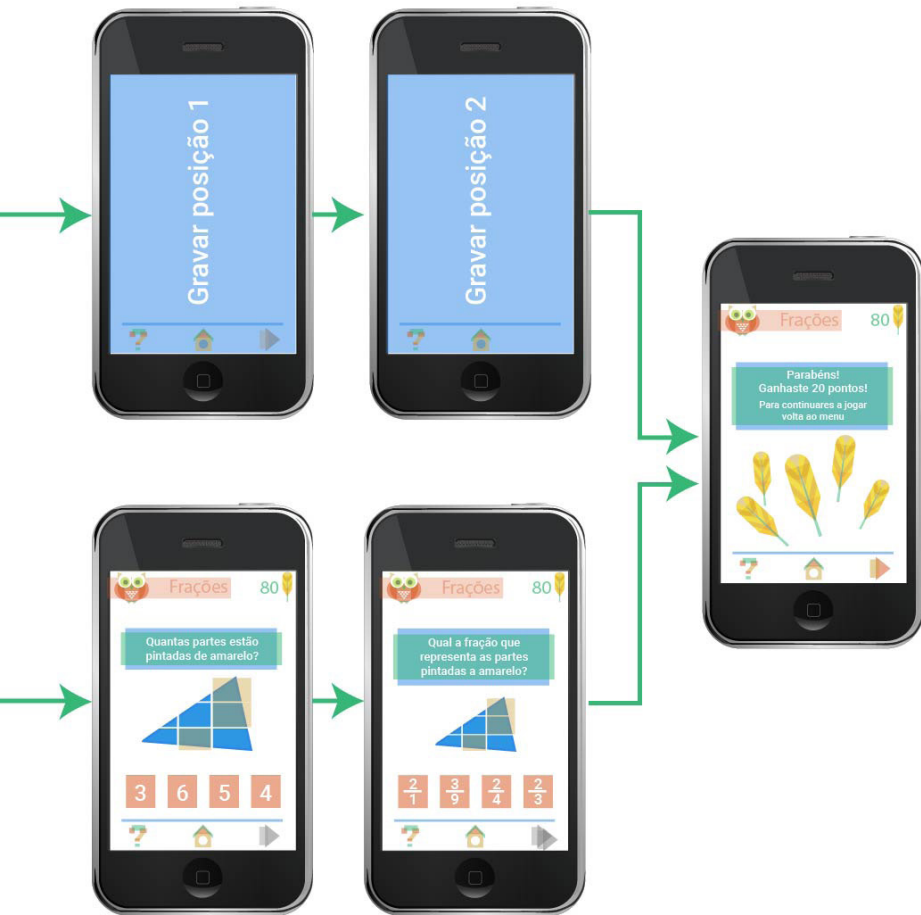
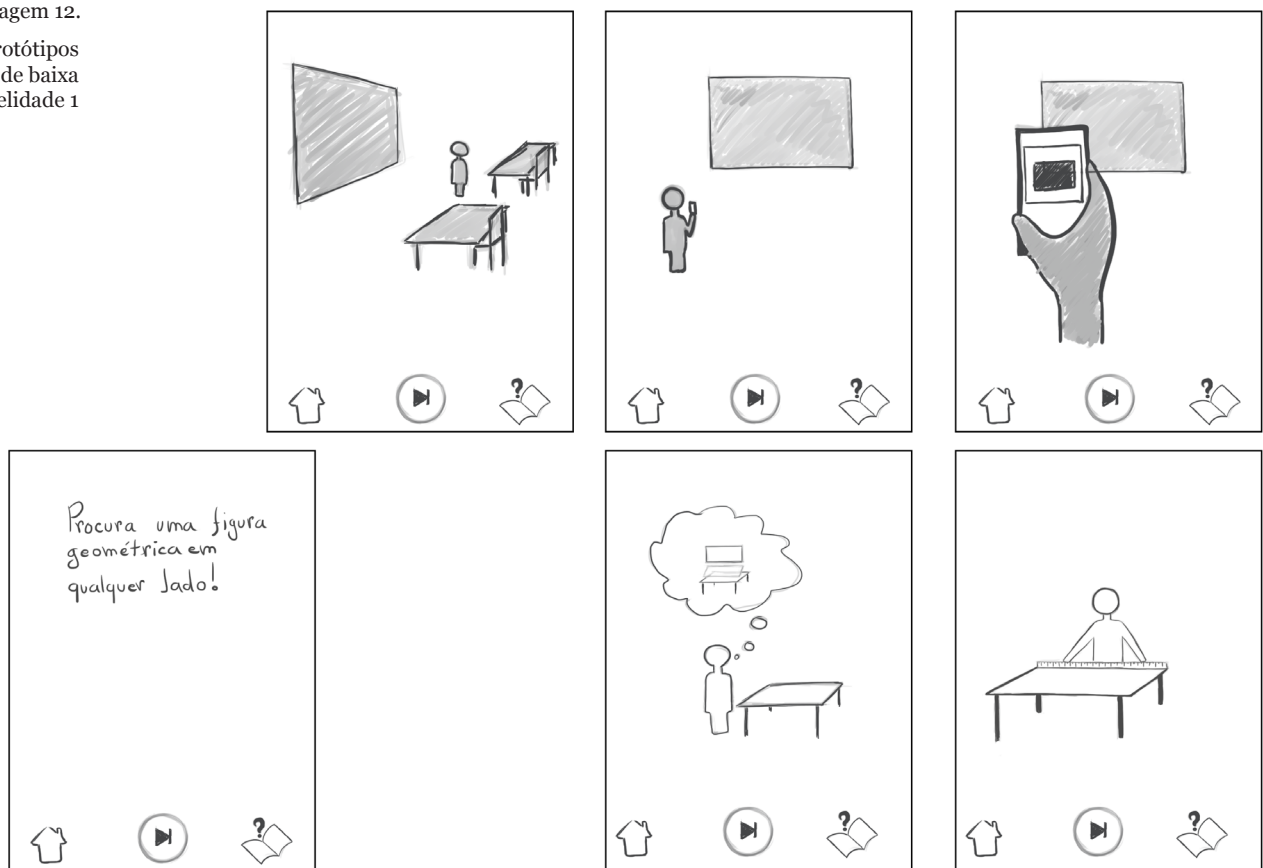


Imagem 11.
Estrutura da aplicação final

6.2. DESIGN

Antes da conceptualização do design, foram desenhados protótipos de baixa fidelidade dos ecrãs a desenvolver para a aplicação.

Imagem 12.
Protótipos
de baixa
fidelidade 1



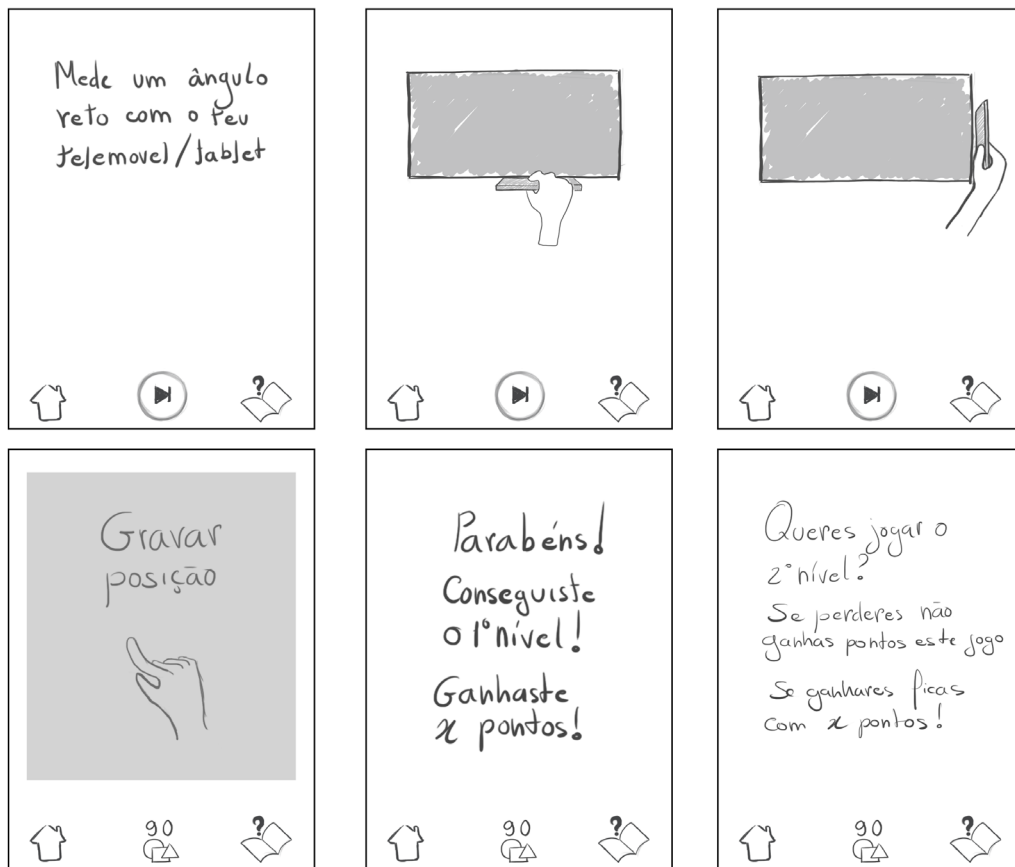


Imagem 13.
Protótipos
de baixa
fidelidade 2

Imagem 14.
Experiência de
ícone 1



Imagem 15.
Experiência de
ícone 2

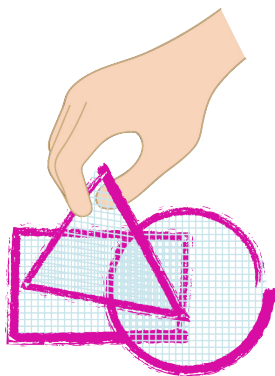
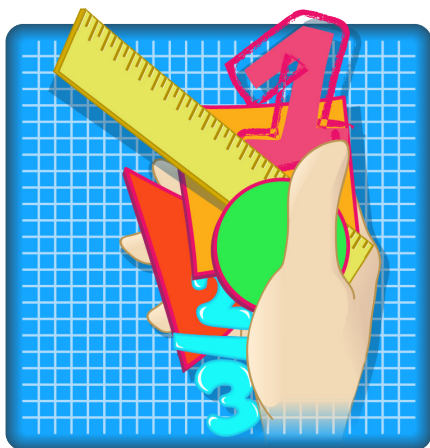


Imagem 16.
Experiência de
ícone 3



Inicialmente o nome escolhido para a aplicação foi o nome do projeto, “Handheld probes”. Handheld refere-se a algo portátil, que se pode segurar com as mãos facilmente. Probes são sondas, instrumentos que servem para explorar (www.infopedia.pt). Este conceito abstrato aplica-se a esta aplicação na medida em que a aplicação serve como ferramenta para explorar o meio. No entanto, este conceito não é fácil de representar literalmente numa imagem, ou ícone.

As primeiras tentativas de representação deste conceito centraram-se na ideia de uma mão que manuseia instrumentos, seja um telemóvel, figuras geométricas ou instrumentos de medição. Nenhuma das tentativas produziu resultados satisfatórios, não conseguindo transmitir a ideia pretendida.

O primeiro conceito de design a ser criado, baseou-se numa metáfora dos materiais escolares utilizados pelas crianças na escola. Esta ideia partiu do reconhecimento de formas geométricas em objetos utilizados no dia-a-dia das crianças, como a borracha. Como referido no estado da arte, as crianças reagem positivamente a estímulos que já conhecem e que lhes são familiares, neste caso os materiais escolares. Nestes protótipos também se procurou aplicar elementos de que suscitassem curiosidade, como por exemplo a simulação de folhas presas por fita-cola, como se se pudessem soltar facilmente. Esta metáfora provoca uma sensação de movimento, o que desperta a atenção das crianças.

Os seguintes protótipos foram os primeiros criados para a aplicação, com base no conceito dos materiais escolares. Neles usaram-se representações de papel, fita-cola e pedaços de cartão.

Estes layouts eram densos e complexos com uma componente muito forte da ideia de Matemática e escola. Desde a imagem de fundo que imita o papel quadriculado dos cadernos às figuras geométricas e aos números. Considerou-se que este não era o caminho certo, pois a Matemática e a escola têm uma conotação negativa na mente das crianças.

O novo caminho escolhido, afastou-se do conceito “handheld probes” e centrou-se na presença da geometria nos objetos do quotidiano. Para haver coerência entre o nome da aplicação, o ícone e a funcionalidade da mesma, optou-se por alterar o nome da aplicação para “Figure Math”. Outras opções consideradas foram “Where’s Math?” e “Find Math”, pois a função principal da aplicação é encontrar figuras geométricas para explicar conceitos matemáticos. Optou-se por um nome em inglês devido à intenção de tornar a aplicação acessível a crianças de qualquer nacionalidade, e pela vantagem da palavra “Math” ser menor do que a palavra “Matemática”. A mesma ideia em português seria “Encontra a Matemática” e isso seria um nome demasiado comprido para uma



Imagem 17.
Experiência de layout

aplicação móvel. A palavra “figure” tem duplo significado, como nome significa figura e como verbo significa imaginar ou até descobrir. Na expressão “figure this” ou “figure it out”, “figure” significa descobrir, perceber ou compreender, sendo este conceito um desafio e atribui ao nome a componente da diversão. Então, o nome “Figure Math”, pode ser percebido como “descobre a matemática” e é facilmente percebido pelas crianças portuguesas devido à semelhança da palavra “figure” com a palavra portuguesa “figura”, conceito este familiar às crianças. Também a palavra “math” é facilmente associada a “Matemática” devido à coincidência do início das duas palavras.

Imagem 18.
Esboço de ícones 1

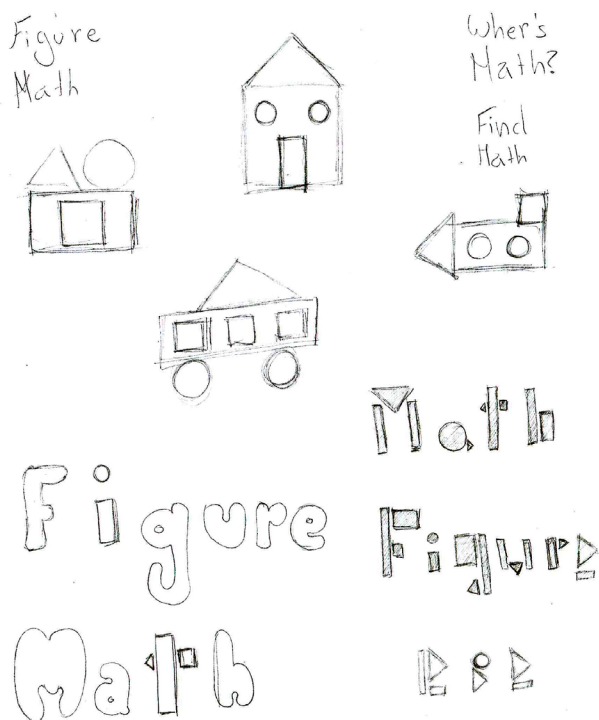


Imagem 19.
Experiência de ícone 4



Com base na ideia da geometrização de conceitos, tentou-se criar composições com figuras geométricas. A composição mais imediata é a representação de uma casa, sendo o telhado triangular, janelas podem ser quadradas ou redondas, a porta um retângulo. A casa é também uma representação frequentemente utilizada nos desenhos das crianças, pois o seu significado tem bastante importância para elas. À casa aplicou-se nas janelas olhos para tornar o desenho mais expressivo e apelativo às crianças. Contudo esta ideia também não era viável, pois não tinha sentido e era demasiado comum.

Imagem 20.
Experiência de ícone 5

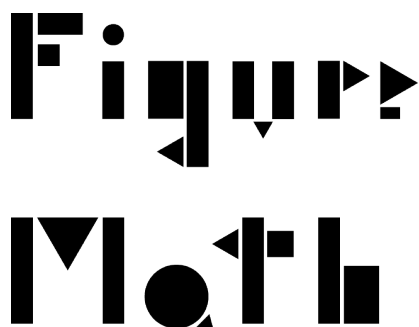
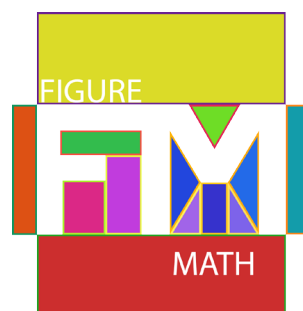


Imagem 21.
Experiência de ícone 6



Houve também a tentativa de criar um ícone tipográfico com o nome da aplicação escrito através de figuras geométricas. Esta ideia não se considerou eficaz por ser pouco apelativa para as crianças.

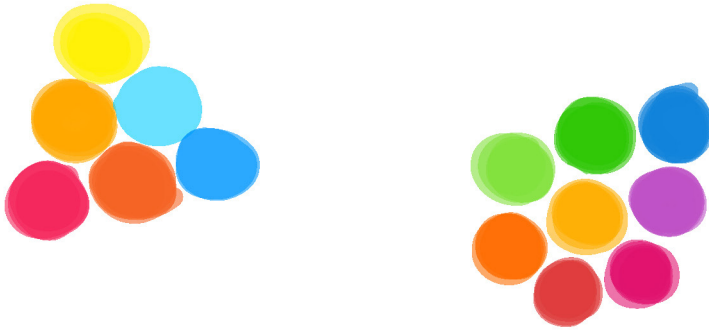


Imagem 22.
Experiências de
paletes de cores

Depois de investigar mais sobre produtos para crianças, como livros, embalagens e websites, chegou-se à conclusão que na sua grande maioria era utilizado um personagem ou mascote, este facto atribui ao produto uma personalidade, sendo mais fácil para as crianças, criarem afeto com os produtos. A partir desta pequena recolha de informação produziram-se algumas combinações de cores.



Imagem 23.
Esboços de ícone 2

Dada a importância de um personagem nos produtos dirigidos ao público infantil, procurou-se que tipo de personagem seria mais adequado à aplicação em causa. Hipóteses consideradas foram o Super Heroi humano, o peixe e o mocho.

A figura do mocho é frequentemente ligada à sabedoria e à Matemática. Na mitologia grega a deusa Atena, deusa da sabedoria, tinha como mascote uma coruja que lhe dava a conhecer os segredos da noite (“Significado de Coruja - Dicionário de Símbolos,” n.d.). O mocho é um animal noturno, os seus olhos são grandes e estão sempre na mesma posição. As penas que possui no topo dos olhos, como sobrancelhas, dão-lhe uma expressão pensativa e focada (“Owls Facts, information, pictures | Encyclopedia.com articles about Owls,” n.d.).

Imagem 24.
Experiência
de ícone 7

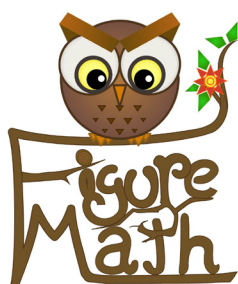
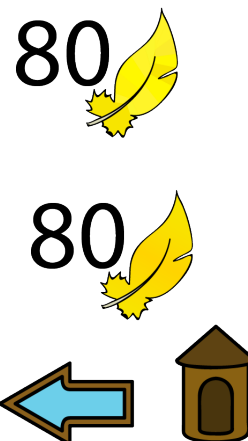


Imagem 26.
Experiência
de ícone 9



Imagem 25.
Experiência
de ícone 8



O mocho como opção para mascote da aplicação foi a que fez mais sentido de entre as outras hipóteses e por isso foi explorada de várias formas. A forma inicial utilizava uma composição de figuras geométricas que formava um mocho onde as asas eram omitidas como se estivessem integradas no círculo. Houve alguns problemas em representar as penas no topo dos olhos. Depois passou-se para um conceito mais ilustrativo ainda com figuras geométricas e outro como que desenhado num estilo mais próximo do cartoon. Um dos problemas reconhecidos nestes ensaios foi a monotonia das cores, onde predominava o castanho. Seguiram-se ensaios mais minimalistas até que se chegou à solução final. Esta utiliza várias cores, sendo o vermelho o predominante e assenta no conceito da sobreposição de formas geométricas.



Imagem 27.
Experiência
de ícone 10

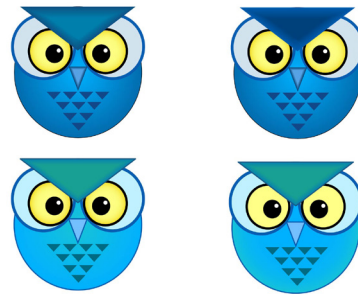


Imagem 28.
Experiência
de ícone 11

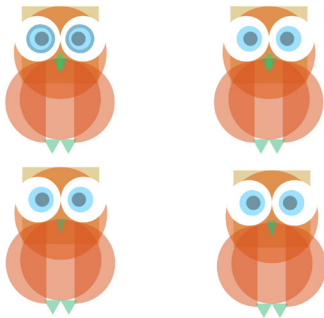


Imagem 29.
Experiência
de ícone 12



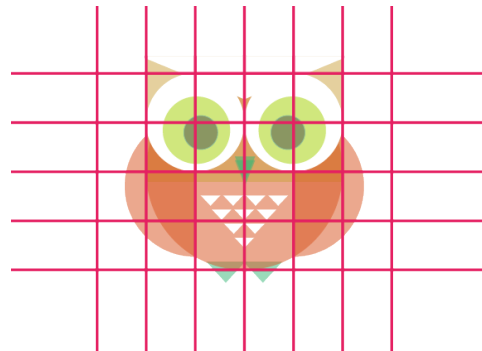
Imagem 30.
Experiência
de ícone 13

Este conceito final consegue representar o conceito da aplicação, demonstra que o que se vê pode ser construído por figuras geométricas e que estas podem ser encontradas em qualquer lado. A sobreposição e transparência das formas sugere uma atividade, ou um jogo, de juntar várias peças com intenção de formar algo conhecido, para além de que ajuda à identificação das formas geométricas utilizadas.

Imagem 31.
Ícone final

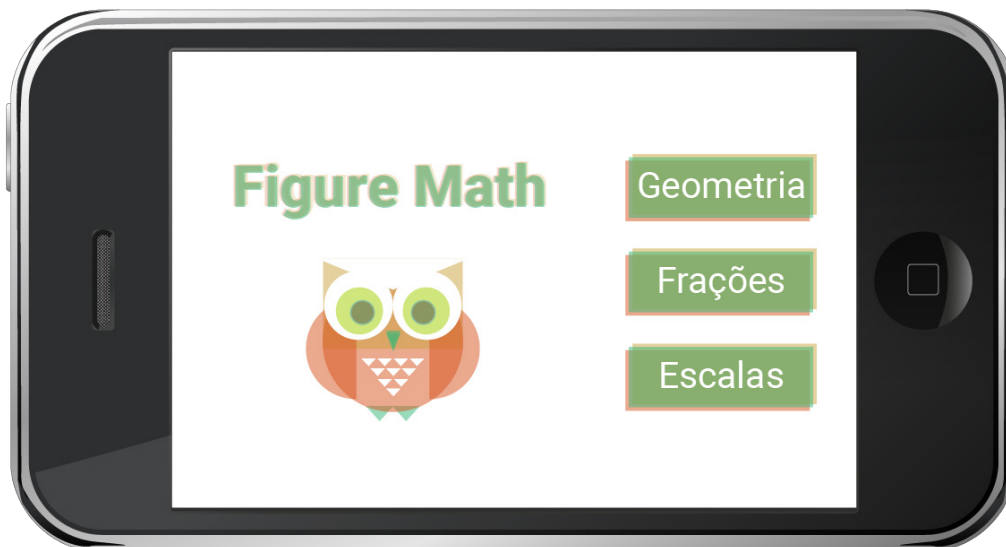


Imagem 32.
Ícone final
grelha



A cabeça do mocho é composta por um retângulo amarelo e um triângulo branco que não é visível em fundo branco. Assim criou-se a forma típica da cabeça do mocho que torna o seu olhar atento e concentrado. Por cima do retângulo da cabeça estão os olhos compostos por três círculos sobrepostos. As cores utilizadas nos olhos do mocho não são utilizadas na interface. O bico do mocho é composto por dois triângulos sobrepostos para que a cor seja mais evidente. O corpo do mocho é composto por um círculo e duas metades de círculo que se sobrepõem ao primeiro, representantes das asas. No peito do mocho, um triângulo composto por vários triângulos brancos representam as penas do peito dos mochos. Os dois triângulos no fundo do mocho representam as patas e estão por trás do corpo. O retângulo amarelo que cria a cabeça, é pouco visível sobre a cor vermelha do corpo, e bastante mais visível sobre o fundo branco, desta forma notam-se mais as formas triangulares acima dos olhos do que a forma quadrada a meio do corpo.

Imagem 33.
Menu principal
final



A partir do conceito do mocho e de sobreposição de formas criaram-se ícones e a construção do layout da aplicação. Foi também com base na mascote que se chegou ao símbolo da pena dourada, este representativo dos pontos que a criança ganha ao executar as tarefas da aplicação.

Todos os ícones são compostos por formas geométricas.

De acordo com o referido no estado de arte, é importante que o personagem esteja presente em todos os passos da navegação, pelo que o mocho se encontra sempre no canto superior esquerdo. Por trás do mocho encontra-se uma etiqueta onde se informa o local onde o utilizador se encontra, neste caso, o tema escolhido. A proximidade entre o mocho e a etiqueta funciona como um balão de diálogo do personagem. Desta forma a criança irá perceber que o personagem a está a informar do local onde se encontra, estando assim a acompanhá-la na sua navegação.

No canto superior direito encontra-se a informação de quantos pontos o jogador possui, sendo a pena dourada do mesmo tamanho do mocho sem os triângulos do fundo. Se a pena fosse do mesmo tamanho do mocho daria a impressão que a pena é maior, porque os triângulos do fundo do mocho são demasiado pequenos para terem importância visual. A distância a que se encontram os dois símbolos também aumenta essa sensação.

A pena é formada por um triângulo verde a meio representando a parte mais sólida da pena, um triângulo, um retângulo e um círculo todos cor-de-laranja como fundo e por cima estão paralelogramos amarelos e laranja.

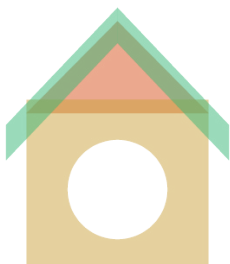


Imagem 34.
Layout de navegação final



Imagem 35.
Ícone pena dourada, representativa dos pontos

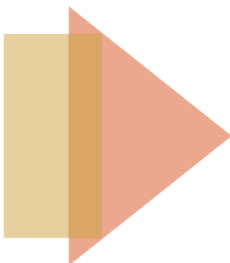
Imagem 36.
Ícone casa,
serve de botão
para o menu
principal



No fundo do ecrã encontram-se três botões representados pelos respectivos ícones, à esquerda o botão da “ajuda”, ao centro o botão “casa” e à direita o botão “seguinte”. Estes botões encontram-se abaixo de uma linha horizontal que separa a área de jogo da área de menu.

Na web o símbolo da casa é utilizado na hiperligação para a página inicial, pelo que este é um padrão e é conhecido pelo público em geral. Na aplicação aqui desenvolvida utiliza-se um desenho de um abrigo para pássaros, muito parecido com uma casa. O que os difere é o pequeno círculo no centro do ícone da aplicação. Este símbolo é composto por dois paralelogramos verdes e um triângulo vermelho representando o telhado, um retângulo amarelo e um círculo branco.

Imagem 37.
Ícone seguinte,
serve de botão
para o menu
seguinte



O botão casa encontra-se ao centro como o botão com a funcionalidade de ir para o menu principal na maioria das interfaces de dispositivos móveis.

O botão “seguinte” encontra-se à direita porque o sentido de leitura na cultura ocidental se faz da esquerda para a direita, associando-se assim o conceito “seguinte” ou “para a frente” com a direção da esquerda para a direita. Se botão com esta função se encontrasse à esquerda, a interface iria tornar-se confusa para os utilizadores, pois teriam que procurar o botão já que este não estava no local esperado. O símbolo representa uma seta e é formado por um retângulo amarelo e um triângulo vermelho.

Imagem 38.
Ícone ajuda,
serve de botão
para a secção
ajuda



O botão “ajuda” encontra-se à esquerda por uma questão de peso visual e organização do espaço. Este é composto por vários retângulos de várias cores, sobrepostos.

O fundo da área onde é colocada a pergunta é composto por dois retângulos sobrepostos, azul e verde. Desta forma o conceito da sobreposição de figuras está presente e o contraste com a cor branca da tipografia é maior. O retângulo anterior é mais alto e o retângulo posterior é mais largo, o seu tamanho depende da quantidade de palavras da pergunta.

Na interface são utilizadas as cores vermelho, verde, amarelo e azul. A pontuação tem cor verde transmitindo uma ideia positiva, já que o verde é associado ao positivo e o vermelho ao negativo ou errado. A pergunta tem fundo azul e

verde pela mesma razão, não se pretende transmitir a ideia de que as perguntas são perigosas ou negativas, mas sim positivas e naturais. Os botões são vermelhos para chamar a atenção às respostas possíveis e como o conceito de resposta é positivo, ao contrário do conceito de pergunta, o vermelho neste caso não reforça uma ideia negativa.

Assim como o tema e o mocho são vermelhos, porque visualmente o vermelho tem mais peso que o verde ou o amarelo e assim chama-se a atenção para o tema onde se encontra.

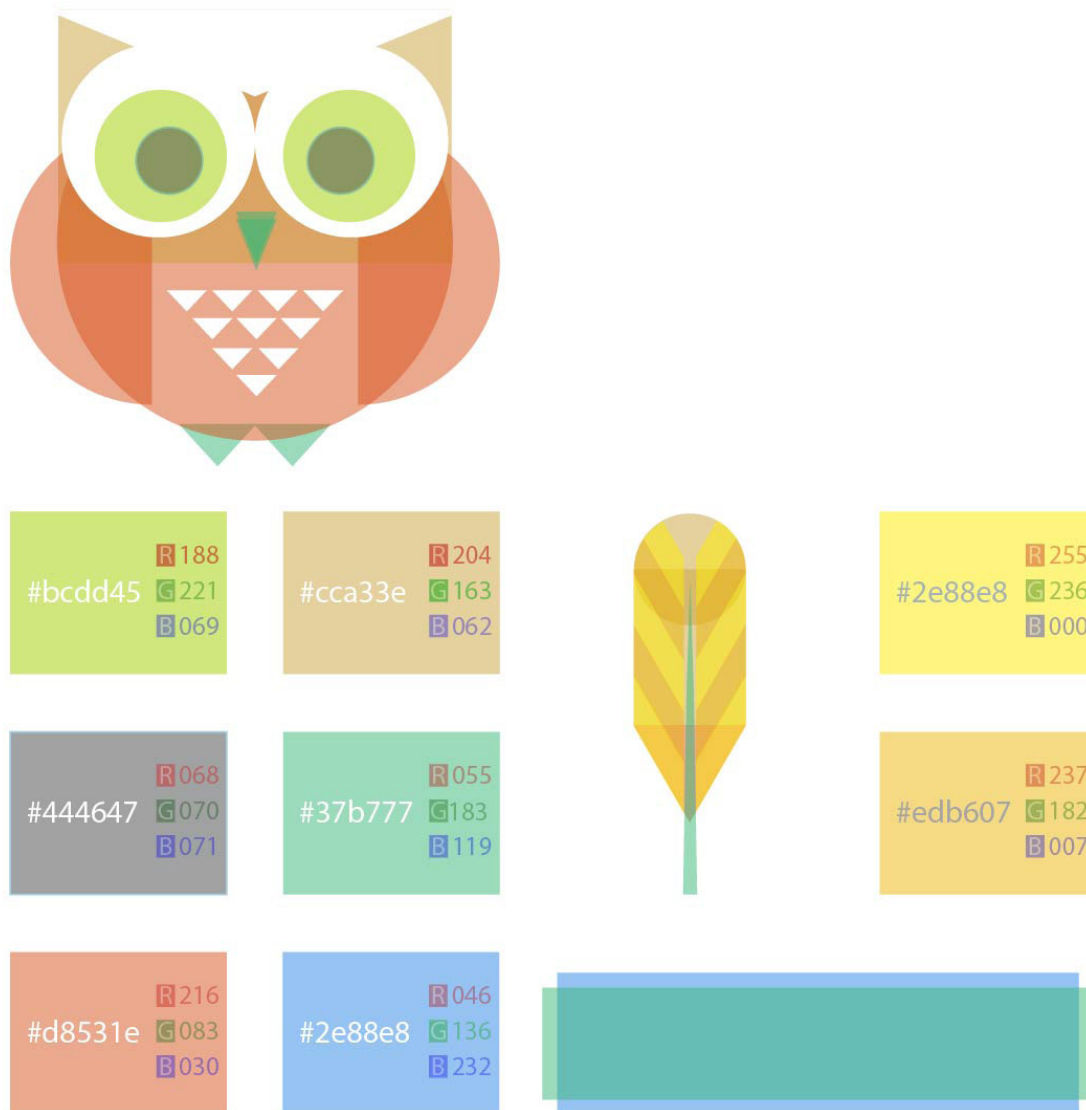
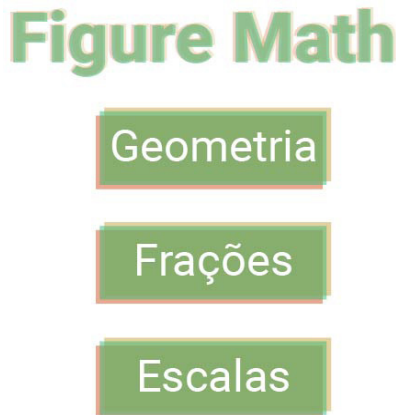


Imagem 39.
Paleta de cores
usadas

Todas as cores têm uma opacidade de 50% de forma a serem visíveis as sobreposições e não serem nem demasiado transparentes, que dificultem a sua visualização, nem demasiado opacas, que dificultem a identificação das sobreposições. Só a cor branca tem opacidade de 100%.

Imagem 40.
Exemplos
de aplicação
da tipografia
utilizada



Os espaços em branco, referidos no estado da arte, podem ser bem ou mal utilizados. Quando mal utilizados provocam uma sensação de desconforto e de espaço vazio. Neste caso, os espaços em branco fazem parte do design pelo que a atenção não é direcionada para eles.

A tipografia escolhida foi a Roboto. Esta fonte foi criada pela Google para Android, é grátis e é não serifada, pelo que facilita a sua leitura em ecrã e combina com o tema geometria.

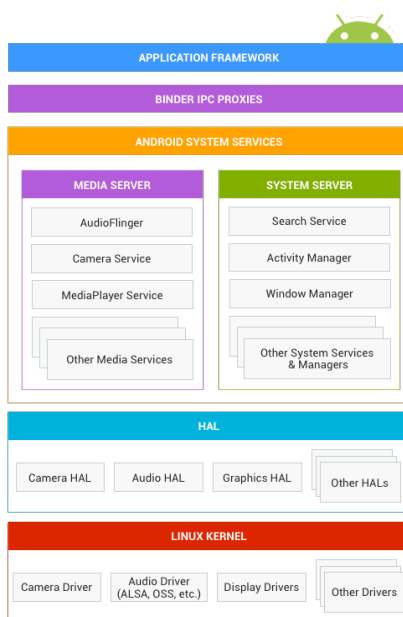
6.3. PROGRAMAÇÃO

Aplicações Android

O Android é um sistema operativo para dispositivos móveis, open source, desenvolvido pela Google.

A arquitetura do Android permite que este possa ser instalado em diferentes dispositivos móveis. Este sistema operativo divide-se em cinco camadas como demonstrado na seguinte figura. A camada onde o desenvolvimento desta aplicação se situa, está num nível acima da “Application Framework” e utiliza o “Camera service” e o “Sensor Manager” (“Android Interfaces | Android Developers,” n.d.).

Imagem 41.
Esquema da
arquitetura
Android



Uma aplicação tem vários componentes, “Activities”, “Services”, “Content Providers” e “Broadcast receivers”. As “Activities” são responsáveis pela interação com o utilizador, definem a interface e recebem inputs do ecrã do dispositivo. Os “Services” são processos que correm por trás da aplicação, o utilizador não tem percepção da sua existência, mas são necessários para o funcionamento da aplicação. Os “Content Providers” disponibilizam dados para que outras aplicações lhes possam ter acesso. “Broadcast Receivers” são uma chamada de atenção à aplicação de que algo ocorreu, por exemplo quando o ecrã se desliga (“Application Fundamentals | Android Developers,” n.d.).

A linguagem utilizada para desenvolver aplicações para Android é o Java (“Application Fundamentals | Android Developers,” n.d.). Java é uma linguagem de alto nível orientada a objetos. Neste tipo de linguagem, a programação assume uma lógica próxima da realidade, onde um objeto pertence a uma família (classe), possui determinados atributos e tem determinados comportamentos (métodos) (Oracle, n.d.).

Um projeto de uma aplicação Android é composto por vários elementos: classes em java, ficheiros XML de layout, ficheiros XML de valores, o ficheiro `AndroidManifest.xml`, imagens colocadas na pasta `Drawables`, entre outros.

Os ficheiros de extensão Java são os responsáveis pela programação propriamente dita da aplicação, neles definem-se classes, variáveis, objetos, comportamentos, etc.

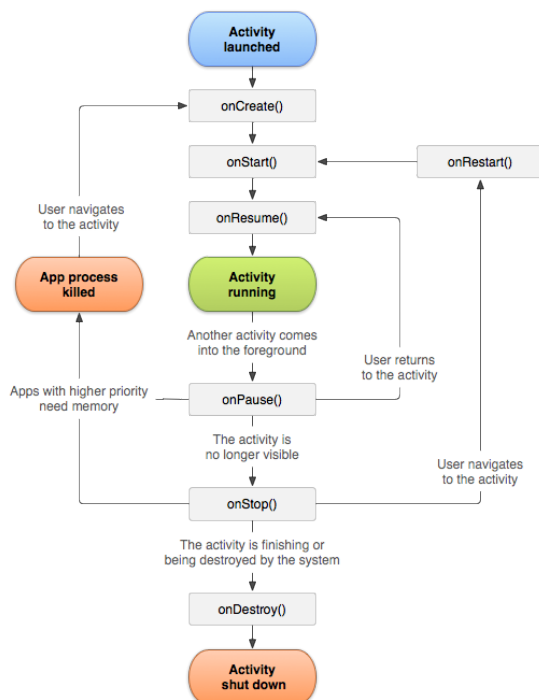
O layout de uma aplicação pode ser definido de duas formas, uma por programação Java e outra por ficheiros XML. A utilização de XML para desenvolver o layout permite ter uma percepção mais clara do que é a programação da aplicação e do que é o layout, também permite ter layouts diferentes conforme a orientação e o tamanho do ecrã. O vocabulário do XML é bastante simples, segue a mesma linha do HTML, onde a sua programação se resume à definição de elementos nativos, não contém variáveis, ciclos nem condicionais (“Layouts | Android Developers,” n.d.).

Os ficheiros de valores são escritos em XML e servem por exemplo para guardar Strings, referências de cores, ids, etc (“Creating an Android Project | Android Developers,” n.d.).

O `AndroidManifest.xml` é um ficheiro obrigatório em qualquer aplicação Android. É através dele que o sistema operativo sabe quais as informações que o sistema tem que ter disponíveis antes de correr a aplicação. Neste ficheiro é definido o nome da aplicação, as atividades que possui a aplicação, as permissões para utilização de sensores, a versão mínima da API necessária para a aplicação poder ser executada, as bibliotecas utilizadas entre outros (“App Manifest | Android Developers,” n.d.).

As imagens que vão ser utilizadas pela aplicação devem ser colocadas na pasta `Drawables` para estarem acessíveis quando forem requisitadas (“Drawable Resources | Android Developers,” n.d.). No projeto de uma aplicação Android, os objetos criados em XML, podem ter um “id” (identificador) que permite o acesso a partir de uma classe Java. Para fazer essa ligação, o Android Studio (IDE), cria automaticamente um ficheiro na criação do projeto, chamado “`R.java`”. Neste ficheiro estão contidos todos os “ids” dos objetos criados na aplicação.

Imagem 42.
Esquema do ciclo de vida de uma "Activity"



As "Activities" de uma aplicação são responsáveis pela interação com o utilizador, como já referido. No entanto o conceito de "Activity" em Android é um pouco mais complexo. Uma "Activity" é um tipo de classe e é por onde começa a execução da aplicação. Todas as aplicações têm que ter pelo menos uma "Activity" definida no AndroidManifest.xml como main, o que isto quer dizer que é a primeira "Activity" a ser executada pela aplicação. A "Activity" é responsável por todos os elementos da aplicação e possui vários estados. O primeiro estado acontece quando a aplicação é lançada, sendo executado o método "onCreate()". Neste estado a "Activity" define todos os dados que devem ser criados quando a aplicação começa a ser executada. A partir deste estado, a aplicação pode ter outros estados, como quando o utilizador navega para o menu principal do sistema operativo.

Aqui é chamado o método "onPause()", e quando o utilizador volta à aplicação é chamado o "onResume()". Quando o utilizador abre outra aplicação, esta precisa de memória disponível, por isso a aplicação que estava a correr anteriormente pára e é chamado o método "onStop()", onde são eliminados processos de forma a libertar memória. Para voltar à aplicação anterior, depois de ser chamado o método "onStop()", é chamado o método "onRestart()". Este ciclo está descrito na figura acima ("Android Application Components," n.d.).

Activities

Na aplicação aqui desenvolvida tem-se uma activity para cada tarefa distinta. Uma activity para o menu principal, uma para cada tema, uma para procurar figuras, um para a ajuda a encontrar figuras e uma para medir ângulos. A alteração do ecrã ou layout não implica a criação de uma nova activity quando o ecrã ainda faz parte da mesma tarefa.

A transição de uma activity para outra faz-se através do método "startActivity(intent)". O conceito do objeto Intent é abstrato, serve para fazer a ligação entre activities, passando informações de umas para as outras.

Sendo o tema escolhido e a pontuação, dados que têm que estar acessíveis a quase todas as classes, optou-se por criar uma classe de variáveis globais. Assim, sempre que um objeto precise de aceder à pontuação ou ao tema basta ter um uma instância da classe "Globals".

Biblioteca utilizada - OpenCV

Depois de alguma pesquisa sobre outros projetos com base em detecção de figuras concluiu-se que a biblioteca mais utilizada e com mais potencialidades para o efeito era a OpenCV. Esta biblioteca foi escrita em C o que a torna adaptável a qualquer plataforma. Em 2010 a OpenCV foi adaptada para ser utilizada em Android, possuindo classes para utilização exclusiva deste sistema operativo (“PLATFORMS | OpenCV,” n.d.). Para que esta biblioteca seja utilizada pelo Android é necessária a instalação do OpenCV Manager. Este contém todas as bibliotecas da OpenCV, permitindo que sejam utilizadas de forma dinâmica, ocupando menos memória, e são optimizadas para a plataforma usada (“Introduction – OpenCV 2.4.5.0 documentation,” n.d.). A biblioteca pode ser incluída no ficheiro final da aplicação (.apk), mas não é aconselhado (“Android Development with OpenCV – OpenCV 2.4.11.0 documentation,” n.d.).

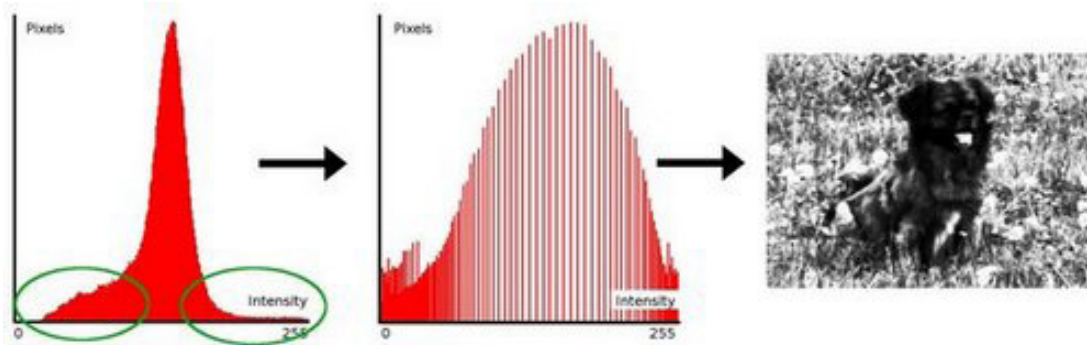
A maior parte da informação encontrada sobre esta biblioteca utiliza a linguagem C, uma outra parte utiliza Python, e pouca informação se encontra que utilize Java e ainda menos exemplos implementados em Android. Foi então um desafio começar a programação da aplicação, objeto deste projeto.

Inicialmente foi utilizado o IDE (Integrated Development Environment) Eclipse Juno com o objetivo de criar um programa simples que detetasse formas geométricas em imagens estáticas, fora do ambiente Android.

Com base em pesquisa sobre a melhor forma de detetar formas geométricas numa imagem, conseguiu-se produzir um método composto por vários passos de transformação e análise de imagem. O método utilizado começa por importar a imagem em escala de cinza, depois desfoca a imagem para que os tons mais próximos se misturem e assim reduzir o seu ruído. A seguir aplica-se o método “equalizeHist(Mat src, Mat dst)”. Esta transformação aumenta o contraste da imagem, os tons mais escuros tornam-se mais escuros e os mais claros tornam-se mais claros conforme demonstrado na seguinte figura.

O próximo passo é transformar os tons de cinza nas cores preto e branco (puros) através do método “threshold(Mat src, Mat dst, double thresh, double maxval, int type)”. O último parâmetro refere-se ao tipo de threshold a utilizar. Existem cinco tipos de threshold simples, o THRESH_BINARY, THRESH_BINARY_INV, THRESH_TRUNC, THRESH_TOZERO, THRESH_TOZERO_INV. O primeiro tipo passa todos os pixéis abaixo do valor thresh (terceiro argumento) a zero (preto) e os pixéis acima desse valor passam para o valor do maxval (quarto argumento). O segundo tipo de threshold faz o mesmo que o primeiro, mas inverte a imagem. O terceiro tipo de threshold, THRESH_TRUNC mantém a escala de cinza baixo do valor de thresh e passa os pixéis acima deste a branco, o THRESH_TOZERO passa os pixéis abaixo do valor thresh para preto

Imagem 43.
Processo da
transformação
de imagem
Equalize



mantendo a escala de cinza nos pixels acima. O `THRESH_TOZERO_INV` faz o mesmo que o anterior, mas ao contrário, invertendo a imagem.

Para além destes tipos de threshold existe ainda outro, o `THRESH_OTSU`. Este tipo determina o valor ótimo de threshold através do algoritmo de Otsu. Este algoritmo calcula a média entre os dois picos do histograma da imagem (“OpenCV: Image Thresholding,” n.d.). Este foi o tipo de threshold para escolhido as imagens a serem utilizadas pela aplicação, que vão ser recolhidas em tempo real e por isso terão valores muito inconstantes.

Para retirar ainda mais ruído da imagem foi ainda aplicado o método “`erode(Mat src, Mat dst, Mat kernel)`”. Este método “engorda” as áreas pretas, ou seja, os pixels a uma determinada distância (terceiro argumento) da área preta passam a ser pretos também (“Eroding and Dilating — OpenCV 2.4.11.0 documentation,” n.d.).

Já com a imagem reduzida a áreas pretas e brancas, torna-se mais fácil de a analisar e reconhecer formas geométricas. O primeiro passo para reconhecer as formas geométricas é encontrar os contornos das referidas áreas pretas. Isto faz-se através do método “`findContours(Mat image, java.util.List<MatOfPoint> contours, Mat hierarchy, int mode, int method, Point offset)`”. Este método recebe a imagem no primeiro argumento e devolve uma lista de objetos do tipo “`MatOfPoint`” no segundo argumento. O terceiro argumento é opcional e não aplicável neste caso. O quarto argumento define o modo como os contornos são encontrados, podendo usar-se quatro modos: `CV_RETR_EXTERNAL`, `CV_RETR_LIST`, `CV_RETR_CCOMP` e `CV_RETR_TREE`. O primeiro modo devolve apenas os contornos que se encontrem mais extremos, o segundo modo, utilizado nesta aplicação, devolve todos os contornos encontrados sem hierarquia, o terceiro modo devolve todos os contornos e organiza-os numa hierarquia de dois níveis segundo a posição em que se encontram, o quarto e último modo devolve todos os contornos organizados numa hierarquia segundo a posição em que se encontram. O quinto argumento do método define o método de aproximação dos contornos. Existem quatro métodos possíveis, `CV_CHAIN_APPROX_NONE`, `CV_CHAIN_APPROX_SIMPLE`, `V_CHAIN_APPROX_`

TC89_L1 e CV_CHAIN_APPROX_TC89_KCOS. O primeiro método guarda todos os pontos de contorno encontrados, mesmo os sobrepostos, o segundo método guarda apenas os pontos finais do contorno, os dois últimos métodos utilizam o algoritmo TehChin89. O método utilizado nesta aplicação foi o CV_CHAIN_APPROX_SIMPLE, porque o pretendido é o contorno mais simples possível. O último e quinto argumento do método “findContours” é um ponto de offset. Este argumento é opcional e não foi utilizado neste trabalho, porque o que se pretende é o contorno o mais próximo possível da forma. Para determinar quais as figuras geométricas presentes na imagem é preciso que o contorno encontrado seja convexo, isto quer dizer que é necessário que os pontos do contorno formem uma curva fechada. Os contornos encontrados pelo método “findContours” não são todos convexos. Para conseguir curvas convexas utilizou-se o método “convexHull(MatOfPoint points, MatOfInt hull)”. Este método determina o menor conjunto de pontos que definem uma curva convexa à volta de outro conjunto de pontos. Cada contorno é enviado no primeiro argumento, objeto “MatOfPoint” e o resultado é guardado no segundo argumento, objeto “MatOfInt”.

Na biblioteca OpenCV o objeto que recebe a imagem é o objeto do tipo “Mat”, que é uma matriz. Quando se procura os contornos recebe-se uma lista de objetos do tipo “MatOfPoints”. Este é uma matriz de pontos e os pontos definem linhas, que podem ser desenhadas. O método “convexHull” devolve um objeto do tipo “MatOfInt”, que é uma matriz de inteiros. Inteiros não definem nada que possa ser desenhado, por isso é necessário converter este objeto para “MatOfPoint”.

O “MatOfInt”, devolvido pelo método “convexHull”, é uma matriz dos índices dos pontos do contorno que definem uma curva convexa. A partir desta correspondência criou-se uma lista de objetos “MatOfPoint” com contornos convexos.

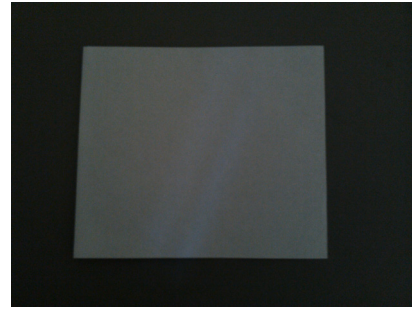


Imagem 44.
Imagem original recolhida com um telemóvel smartphone

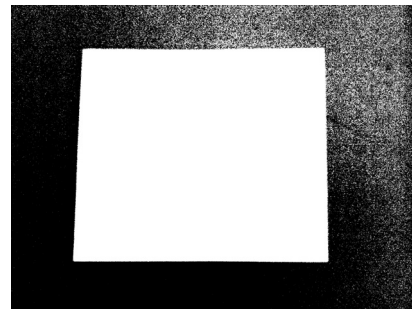


Imagem 45.
Imagem transformada por “threshold”

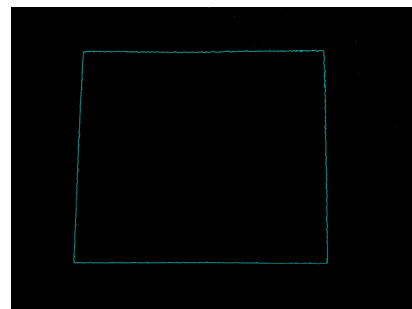


Imagem 46.
Contornos detetados na imagem

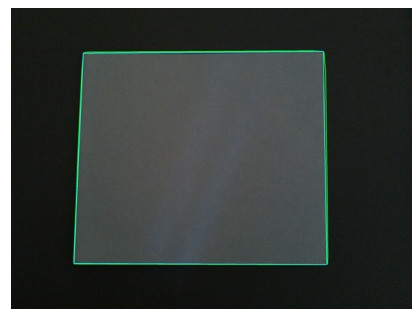


Imagem 47.
Contornos detetados e contorno aproximado da imagem

Mesmo com o método “convexHull” os contornos obtidos ainda contêm demasiados pontos para formar formas geométricas. Por isso, utilizou-se um último método de simplificação de contornos, o `approxPolyDP(MatOfPoint2f curve, MatOfPoint2f approxCurve, double epsilon, boolean closed)`. Como se pode observar, no primeiro argumento é esperado um objeto do tipo “MatOfPoint2f”, este tipo de objeto é igual ao “MatOfPoint” com a diferença de ter mais bits. Neste caso foi necessário converter o objeto obtido no método “convexHull” para “MatOfPoint2f”. O segundo argumento do método “approxPolyDP” é o objeto onde é guardado o resultado da operação. No terceiro argumento define-se a precisão da aproximação da curva e o último argumento define se a curva é fechada ou não.”

Finalmente converte-se os objetos obtidos no método “approxPolyDP” para “MatOfPoint” e desenham-se através do método “`drawContours(Mat image, java.util.List<MatOfPoint> contours, int contourIdx, Scalar color)`”, onde o primeiro argumento é o objeto resultante, uma imagem do tipo “Mat”, o segundo argumento recebe a lista dos contornos identificados, o terceiro argumento recebe o índice do contorno a desenhar e o último argumento recebe um objeto do tipo Scalar que contém a cor dos contornos a serem desenhados.

Os contornos são desenhados sobre a imagem, captada pela câmara, e o utilizador deve tocar no seu interior para selecionar a figura pretendida. Ao tocar no contorno, para além de ser verificada que tipo de figura lhe corresponde, é também guardada a imagem naquele instante. Esta imagem será utilizada no tema “Frações”, e como se pretende apenas a figura geométrica é necessário proceder a algumas alterações. Para pintar de branco tudo o que é exterior ao contorno escolhido, é necessário calcular o polígono que o rodeia. O cálculo desse polígono é feito através do método “findContours” e como este ignora a cor preta, foi criado um objeto “Mat”, todo branco, com o contorno escolhido pintado de preto. Desta forma, obtêm-se dois polígonos e pode-se usar o método “`fillPoly(Mat, List<MatOfPoint>, Scalar)`”. No primeiro argumento coloca-se a imagem do resultado, no segundo argumento, os polígonos a serem pintados e no terceiro argumento, a cor a utilizar no preenchimento. Para recortar a figura, calcula-se o retângulo que engloba o contorno e depois usa-se o método “`submat(Rect)`”, que devolve a imagem interior ao retângulo, que recebe como argumento.

Identificação das figuras

Para identificar a que figura corresponde cada contorno encontrado, procede-se a uma análise dos pontos, ângulos e áreas destes. Se o contorno apenas contiver três pontos, trata-se de um triângulo, se o contorno contiver quatro pontos e a medida dos seus ângulos for entre 85° a 95° então trata-se de um retângulo. A identificação do círculo é mais complexa, se o contorno em questão tiver mais

de seis pontos, o retângulo envolvente dessa forma for um quadrado e se a área desse quadrado a dividir pela área do contorno for menor ou igual a 0,2 então conclui-se que se trata de um círculo.

Este método foi testado com várias imagens, incluindo uma fotografia tirada com um smartphone (imagens anteriores). A partir dessas experiências percebeu-se que para identificar uma figura geométrica numa imagem com pouco contraste e pouca qualidade teria que se utilizar um nível de precisão baixo, o que dificulta a identificação de figuras geométricas com mais pontos, como círculos. Para minimizar este problema implementou-se uma funcionalidade que funciona como uma máscara. Nesta funcionalidade o utilizador move quatro pontos que formam uma máscara, envolvendo apenas a figura geométrica pretendida e assim retirando ruído à imagem. Nesta situação o nível de precisão é maior.

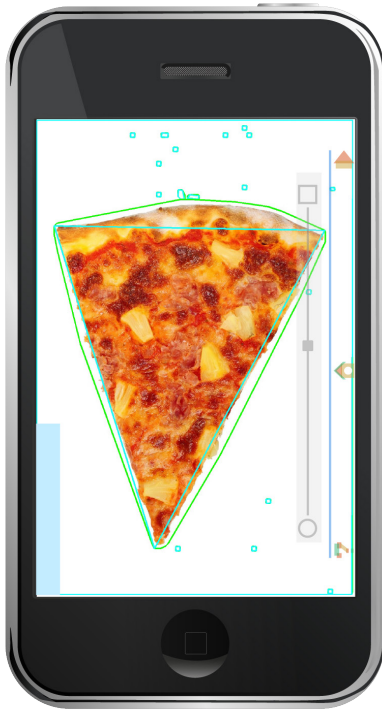
Para implementar a funcionalidade da máscara, é criada uma imagem de fundo preto com um retângulo branco. Para criar essa imagem são definidos quatro pontos, que definem o retângulo e através dos pontos desenham-se linhas. Para obter uma forma convexa, possível de ser preenchida com uma cor, é necessário aplicar o mesmo método para a deteção das figuras geométricas. Primeiro encontram-se os contornos, depois encontra-se a curva convexa com menor número possível de pontos que envolva o contorno, converte-se para “MatOfPoint” e preenche-se este contorno final com a cor branca através do método “fillConvexPoly(Mat img, MatOfPoint points, Scalar color)”, do qual se obtém um objeto do tipo “Mat”. Por fim, sobrepõem-se as imagens, a original e a máscara, através do método “copyTo(Mat m, Mat mask)” (“java api - OpenCV Documentation,” n.d.).

Já depois da implementação da aplicação em Android, verificou-se que poderia haver uma forma mais eficaz de facilitar a identificação de figuras. Esta consiste numa espécie de scroll, chamada de *slider* ou *seekbar*, onde se aumentaria e diminuiria, de forma contínua, a precisão da identificação. O sistema operativo Android possui um objeto do tipo “SeekBar” nativo, que possui um listener sempre ativo em tempo real. Os valores do “Slider” vão desde zero a 100 e os valores da precisão vão de 0 a 0.1, pelo que a precisão é igual ao valor do “Slider” a dividir por 1000. O “Slider” foi definido no ficheiro XML de layout, um dos seus atributos é o “progressDrawable” onde se coloca a imagem da linha, e outro é “thumb” onde se coloca a imagem que se move sobre a linha.

Estas duas imagens foram criadas em ficheiros XML onde se definiram “Shapes” (formas), uma do tipo “line” (linha), e outra do tipo “Oval” (círculo). Para além destes componentes do “Slider”, foram criadas ainda duas “Shapes”, um quadrado e um círculo. Estes foram colocados um de cada lado do “Slider”, de

forma a indicar o tipo de figura que aquela precisão permite encontrar.

Imagem 48.
Exemplo de
detecção de
figuras numa
imagem real
e *Slider* para
alterar o nível
de precisão



Ficheiro CSV

As perguntas, as respostas possíveis, respostas corretas e dados relativos ao tema frações, estão guardadas num ficheiro CSV. Este tipo de ficheiro pode ser lido como uma tabela onde as células são separadas por vírgulas. A estrutura desta tabela de dados consiste em: 1ª coluna contém o índice de cada pergunta, a 2ª coluna contém as perguntas possíveis, a 3ª coluna contém o índice da resposta, a 4ª coluna contém as respostas possíveis, a 5ª coluna contém o índice da pergunta a que corresponde a resposta, a 6ª pergunta contém a indicação se é uma resposta certa ou errada, onde

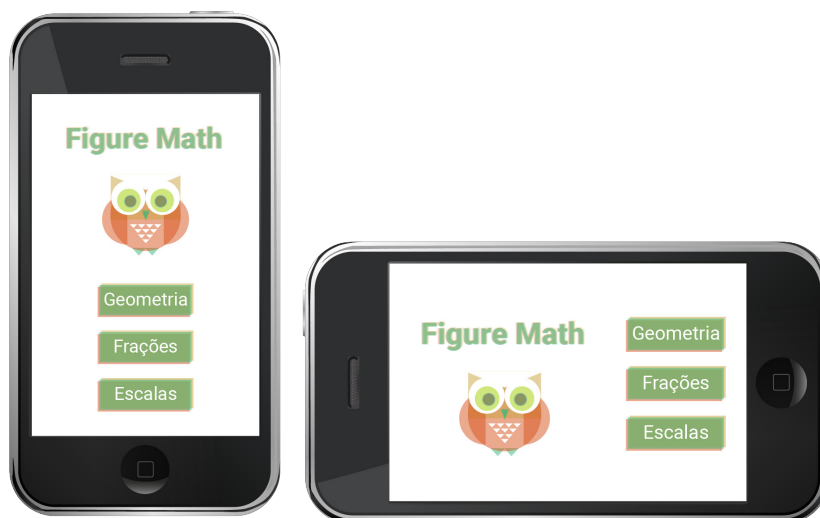
o valor zero corresponde a uma pergunta errada e o valor 1 corresponde a uma resposta certa. Um outro ficheiro CSV, com a mesma configuração do anterior, é reservado para o tema Frações, e contém mais uma coluna que diz em quantas partes se deve dividir a figura geométrica.

Existem bibliotecas para leitura de ficheiros CSV em Java, como OpenCSV e JavaCSV, contudo não foi possível a sua utilização devido a erros de acesso ao ficheiro. A localização de ficheiros num projeto Android não é a mesma localização dos ficheiros numa aplicação executada num dispositivo fixo. Este problema foi resolvido usando um Objeto `InputStream`. Stream é um fluxo de dados que estão presentes na memória temporária do sistema operativo (buffer). Para ler o stream usa-se um objeto do tipo `bufferedReader` que recebe no primeiro argumento o `InputStream` e no segundo argumento a codificação de caracteres - sem este segundo argumento as palavras com acentos não eram lidas. Usando o método `readLine()` do `bufferedReader` consegue-se guardar numa `String`, cada linha do ficheiro CSV. Contudo, a `String` não permite um acesso imediato a um dado específico, como por exemplo, acesso a uma resposta específica. Para conseguir esta funcionalidade, divide-se a `String` recebida pelas suas vírgulas, colocando cada uma das suas partes nas células respetivas de um `Array`. Assim sabe-se que a cada índice do `Array` corresponde uma coluna. Esta solução tem um defeito que se impõe no caso de uma das frases usadas, nas perguntas ou respostas, ter vírgulas. Se isso acontecer, o `Array` que

resulta da divisão da String, vai ter mais células do que o número de colunas do ficheiro CSV, e assim não existe uma correspondência de coluna para índice. A forma que se encontrou, para contornar este problema, foi verificar se depois de uma vírgula se encontra uma letra maiúscula ou um número. Se esta condição se verificar, então trata-se de uma nova célula, se não trata-se da continuação da mesma frase.

Para ter acesso a todos os dados do ficheiro CSV, guarda-se cada linha do ficheiro num ArrayList, em forma de Array de String, onde cada índice do Array corresponde a uma coluna do ficheiro. Para obter as respostas possíveis a uma pergunta faz-se um loop por esta lista resultante, e verifica-se, se o conteúdo do índice 4 do Array, é igual ao índice da pergunta pretendida, se for, adiciona-se o conteúdo do índice 3 do Array a um ArrayList de respostas. Este método, de correspondência de índices e seus conteúdos, é utilizado para saber se a resposta escolhida é a correta e quantos retângulos são para preencher.

Imagem 49.
Layouts
dependendo
da orientação
do dispositivo



Layout

Diz-se que o design de uma aplicação é responsivo quando os elementos do layout se adaptam a vários tipos de ecrã e suas posições. A falta desta funcionalidade foi sentida durante os testes de usabilidade onde o design ainda não estava concluído.

O ecrã principal tem dois possíveis layouts, um para quando a orientação do dispositivo é vertical e outro para quando é horizontal. Na orientação vertical apresenta-se o símbolo do mocho e o nome da aplicação por cima dos botões dos temas, na orientação horizontal os botões estão do lado direito do símbolo e do nome. A alteração de layout é feita automaticamente definindo dois ficheiros XML diferentes, e colocando-os em pastas diferentes de layout. O layout para orientação vertical deve ser colocado na pasta layout/ e o layout para orientação horizontal deve ser colocado na pasta layout-land/.

Os elementos de layout da aplicação desenvolvida neste projeto são: *header*, área de pergunta, respostas e *footer*. Cada um destes elementos está definido numa classe distinta, para assim não ser necessário defini-los em cada ecrã e também ser possível manipulá-los em tempo real. A classe *header* é composta por quatro objetos “*ImageView*”, um objeto personalizado, onde se escreve o tema sobre um retângulo, um onde está o ícone da aplicação, um outro personalizado onde se escreve a quantidade de pontos e finalmente por um com a imagem da pena dourada. A classe “*PerguntaRect*” é a que corresponde a área da pergunta e é um objeto do tipo *ImageView*. Nesta classe desenham-se dois retângulos sobrepostos e uma mensagem de texto, pode ser a pergunta ou instrução. A classe “*Respostas*” é composta por quatro botões do tipo *ImageButton* que contêm cada resposta possível. A classe *footer* contém três botões e uma linha, o primeiro botão é o que leva para o ecrã da ajuda, o botão

do meio (botão “Home”) leva para o menu principal da aplicação e o último botão leva para o próximo ecrã (botão “Next”).

O botão “Next” tem dois estados, o ativo e o desativado. O botão está desativado quando não é possível utiliza-lo e não tem utilidade. Neste estado as cores do botão são dois tons de cinzento. No estado ativo o botão tem a sua aparência normal. É importante indicar ao utilizador, que aquele botão não tem funcionalidade. Se não existir esta indicação o utilizador pode ser induzido em erro e clicar no botão para sair do ecrã em que está.

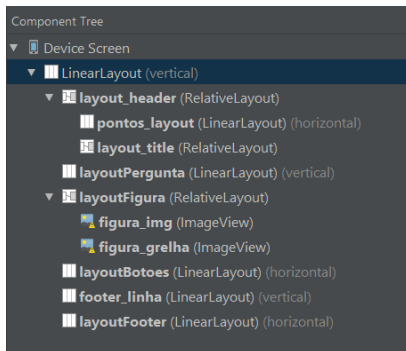
Uma outra opção para não induzir o utilizador em erro, seria retirar o botão “Next” do layout, mas desta forma o utilizador iria notar um espaço vazio e um desequilíbrio visual. Se no lugar do botão “Next” se colocasse o botão “Home” poderia causar confusão ao utilizador, pois este poderia carregar no botão “Home” pensando que seria o “Next” sem se aperceber da alteração.

Para posicionar os elementos nos locais pretendidos usou-se vários objetos do tipo `RelativeLayout` e `LinearLayout`. Estes objetos pertencem à classe `ViewGroup` que serve como um invólucro, agrupador de objetos descendentes da classe `View`. No `RelativeLayout` os elementos são posicionados relativamente uns aos outros e ao seu “parent” (objeto do qual estão dentro). No `LinearLayout` os objetos situam-se uns a seguir aos outros, em fila, na direção horizontal ou vertical. Este tipo de layout possui um atributo de “weight” (peso) - conforme o peso de cada elemento, este ocupa mais ou menos espaço, se tiverem todos o mesmo peso são distribuídos de forma igual. Todos os elementos de layout necessitam da definição dos seus parâmetros de layout (`LayoutParams`). Os parâmetros obrigatórios são o comprimento (`width`) e a altura (`height`). Estes podem ter valores absolutos em pixels, que não é aconselhado, ou as constantes “`Match_Parent`” e “`Wrap_Content`”. A primeira constante, “`Match_Parent`”, significa que a medida do objeto é igual à medida do objeto pai (objeto do qual está dentro) e a constante “`Wrap_Content`”, quer dizer que a medida do objeto vai ser igual a medida dos objetos que contém.

Todos os componentes de layout estão inseridos num `LinearLayout` com orientação vertical. Escolheu-se o `LinearLayout` porque se pretende que os seus elementos se situem uns a seguir aos outros numa lista vertical.

O *header* está definido da seguinte forma: `RelativeLayout` para o ícone e para o tema, `LinearLayout` para os pontos e para a pena, e um `RelativeLayout` que engloba estes dois. Para sobrepor o ícone ao retângulo do tema era necessário usar um `RelativeLayout`, e para alinhar a pena e os pontos à direita do ecrã sem se sobrepor era necessário um `LinearLayout`.

Imagem 50.
Hierarquia do
layout utilizado
nos ecrãs da
aplicação



A área da pergunta está dentro de um `LinearLayout` com orientação vertical, apesar de não possuir mais elementos que a `ImageView` da pergunta.

A área das imagens está dentro de um `RelativeLayout` para se poder sobrepor a grelha à figura geométrica, este layout tem “Weight” igual a 1 para assim ocupar mais espaço que os outros layouts, e empurrar todos os layouts seguintes (respostas, linha do *footer* e *footer*) para baixo.

A área das respostas, o *footer* e a linha que pertence ao *footer*, estão cada um, dentro de um `LinearLayout`, porque estes elementos não se podem sobrepor e estão sempre alinhados ao fundo do ecrã. Estes três layouts são todos `LinearLayout` com orientação horizontal, comprimento igual à largura do ecrã (`Match_Parent`) e altura igual ao seu conteúdo (`Wrap_Parent`). O layout da linha do *footer* tem 1% da altura do ecrã.

Todos os ecrãs, excepto o menu principal, procura de figuras e gravação do ângulo têm a mesma estrutura. No tema “Geometria” o ecrã da segunda pergunta apresenta a animação no layout reservado a imagens e o mesmo acontece no ecrã final.

A programação dos elementos do layout em Java, e não em XML, permite que os seus tamanhos sejam definidos conforme o tamanho do ecrã onde está a ser executada a aplicação, pois é possível usar variáveis. Em XML, o Android utiliza a unidade “dp” (density-independent pixel) que quer dizer que o tamanho de um elemento de layout varia conforme a densidade do ecrã. A densidade é a quantidade de pixéis por polegada ou centímetro. Contudo o uso de unidades “dp” não foi útil no desenvolvimento da aplicação, como se demonstra na seguinte figura.

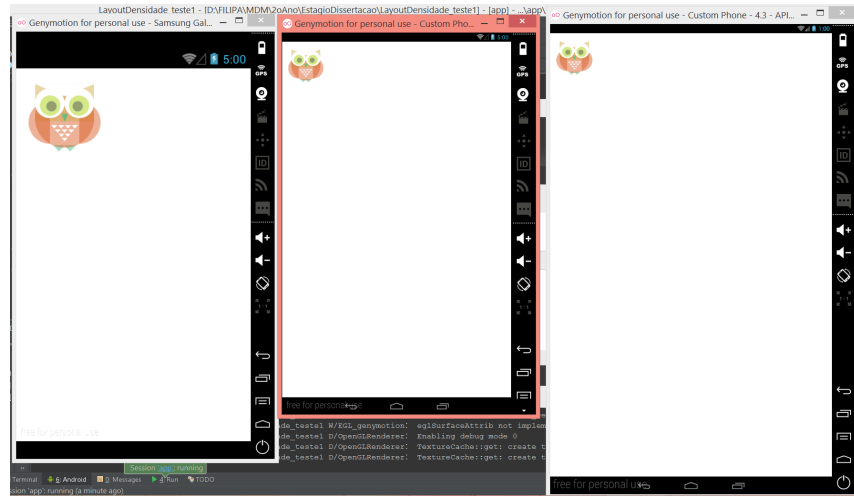


Imagem 51.
A mesma imagem com 100dp em dispositivos com diferentes resoluções

Nesta figura definiu-se para a altura do ícone 100dp. O primeiro dispositivo é um Samsung Galaxy S2 que tem um ecrã de 480*800px com 240dpi, o segundo dispositivo tem resolução 480*800px e 120dpi e o terceiro dispositivo tem 768*1280px com 160dpi. No primeiro dispositivo, como o ecrã era pequeno com densidade de píxeis alta, o ícone ficou grande de mais.

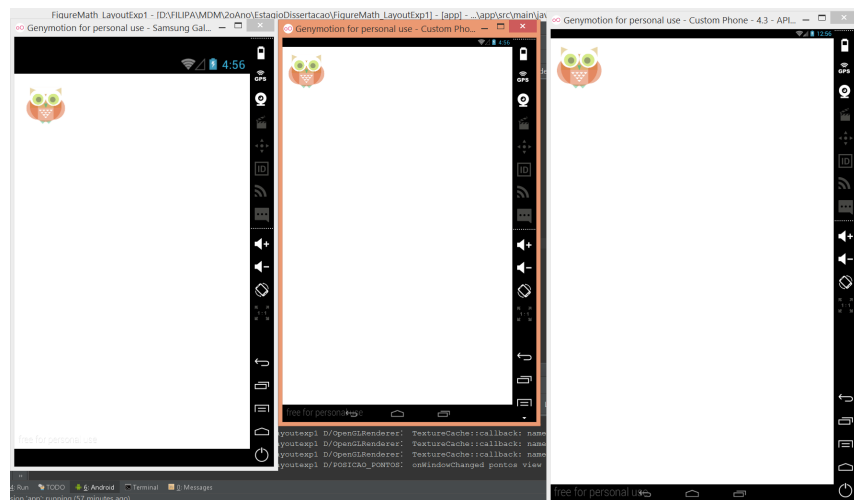
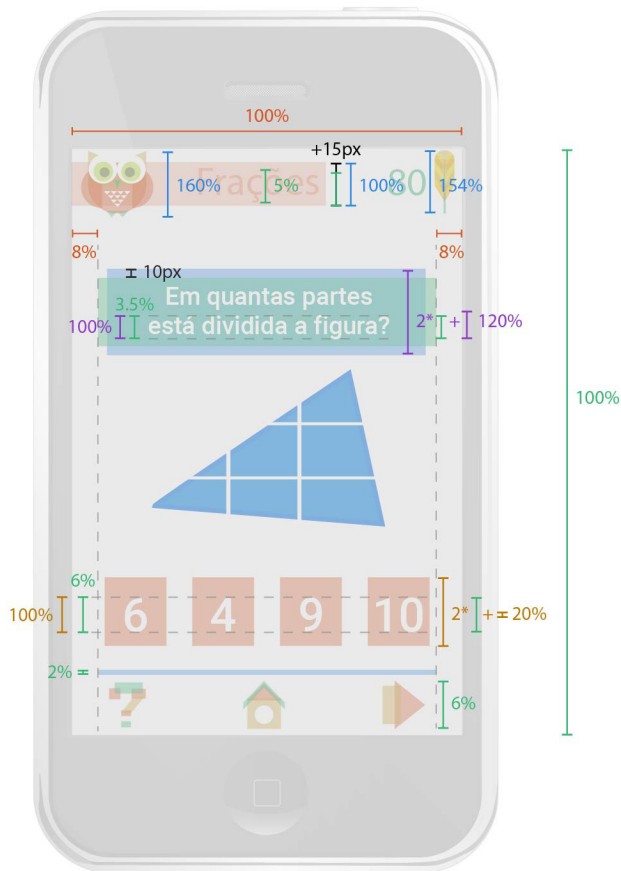


Imagem 52.
A mesma imagem com 10% da altura do ecrã em dispositivos com diferentes resoluções

Para que os elementos de layout ocupassem sempre a mesma quantidade de espaço no ecrã, optou-se por definir os seus tamanhos em percentagens do tamanho do ecrã.

Imagem 53.

Esquema da posição de cada elemento do layout



No *header*, o tamanho do retângulo e o tamanho do mocho dependem do tamanho do tipo de letra usado para escrever o tema. O tamanho de letra neste caso é 6% do ecrã se este se encontrar na horizontal e 5% do ecrã se se encontrar na vertical. O retângulo tem mais 15px de altura que a altura do texto e mais 10px que o comprimento do texto. O ícone tem 160% da altura do retângulo e mantém as suas proporções ao ser redimensionado. A pena tem de altura 80% da altura do ícone e o texto da pontuação tem 90% do tamanho de letra do tema.

O tamanho dos retângulos presentes na área da pergunta dependem do tamanho do texto, o tamanho de letra quando o ecrã está na horizontal é 5% da altura deste, e quando está na vertical é 3,5%. A distância a que os retângulos se encontram do lado direito e do lado esquerdo é sempre a mesma e corresponde a 80% da largura do ecrã mais 10px (diferença de largura entre os dois triângulos).

A altura do *footer* é 8% da altura do ecrã quando o dispositivo se encontra na horizontal e 6% quando se encontra na vertical.

Para que a altura dos retângulos de fundo na área da pergunta fossem dinâmicos e se alterassem conforme o tamanho do texto, não foi possível escrever o texto num objeto `TextView`. Pois, para ser possível saber o tamanho deste elemento, este teria que ser desenhado no ecrã e só depois se teria acesso às suas medidas. Como o objetivo era ter um objeto único que apresentasse o fundo e o texto, escreveu-se o texto na própria imagem (`ImageView`), através de um objeto “`Canvas`”. O inconveniente deste método é que não possui uma forma automática de dividir o texto em várias linhas, função que teve que ser escrita de raiz. Na função que divide o texto por linhas verifica se a escrita da `String` cabe nos limites dos retângulos, se não couber, procede a um loop pelos caracteres da `String`. Neste loop usa-se o método “`substring (int start, int end)`” que devolve uma parte da `String` conforme os índices declarados nos argumentos. Neste caso o primeiro índice é zero e o último é o iterador do loop. Dentro do loop verifica-se se a substring cabe na área dos retângulos. Quando a condição se verifica executa-se um `break` para sair do loop. Contudo, a substring encontrada pode acabar no meio de uma palavra. Para evitar que isto aconteça, procede-se a outro loop até que a condição de o carácter correspondente ao índice ser um espaço (`whitespace`) ocorra. Por cada substring encontrada que caiba nos limites dos retângulos, a `String` inicial é substituída pela substring e adiciona-se a substring que sobra (resultante do corte da `String` original) à próxima célula do `ArrayList`. Desta forma, o primeiro índice do `ArrayList` contém o início da `String` original e o último índice do `ArrayList` contém o fim da `String` original.

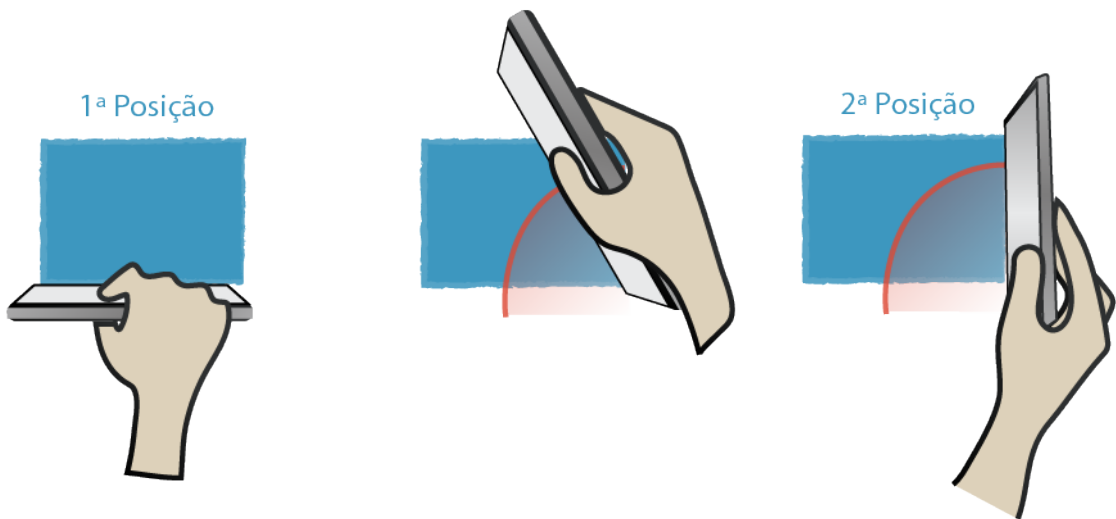


Imagem 54. Frame 1 da animação medir ângulo

Imagem 55. Frame 2 da animação medir ângulo

Imagem 56. Frame 3 da animação medir ângulo

Medir ângulos

Nos testes de usabilidade verificou-se alguma dificuldade em perceber como se procedia à medição de um ângulo. Por isso, pensou-se em criar uma sequência de três imagens, em forma de animação, em que se mostrasse o dispositivo em duas posições diferentes e o ângulo formado por elas. Isto é possível de implementar importando as imagens a utilizar para um ficheiro XML na pasta Drawable, depois em Java cria-se um objeto do tipo AnimationDrawable, que compõe uma animação com as imagens listadas no ficheiro XML.

A funcionalidade de medição de ângulos foi implementada com recurso a alguns cálculos matemáticos e noções de física. Quando o acelerómetro utiliza dois eixos, x e y, verifica-se que quando o ângulo é de 0 o eixo do x mede o máximo de aceleração (9.8m/s^2), enquanto que o eixo do y mede 0 de aceleração, e quando o ângulo é 90° , o eixo do x mede 0 e o eixo y mede aproximadamente 10m/s^2 . A medição da aceleração no eixo do x traduz-se no gráfico de uma função cosseno, e a medição no eixo do y traduz-se no gráfico de uma função seno. Para calcular o ângulo a que se encontra o dispositivo calcula-se o arco tangente da aceleração y a dividir pela aceleração x. ($\tan x = \text{sen } x / \text{cos } x$) Para usar três eixos, x, y e z, utiliza-se o teorema de Pitágoras para calcular o tamanho real do vetor resultante dos dois eixos que sobram ($\text{angulo } x = \arctan(x / \sqrt{y^2 + z^2})$).

Quando se entra na funcionalidade de medir o ângulo, a aplicação está constantemente a receber valores do acelerómetro e a calcular o ângulo em cada eixo. Quando se carrega no botão de gravar posição 1, os ângulos dos três eixos são gravados no índice 0 de três Arrays correspondentes aos três eixos. Quando se carrega no botão de gravar posição 2, os ângulos dos três eixos são gravados no índice 1 dos respectivos Arrays. Assim que a posição 2 é gravada verifica-se se a soma dos ângulos gravados em cada eixo (guardados em Array) corresponde à resposta certa da pergunta. É possível que a medição aconteça apenas num eixo porque a intenção desta funcionalidade é medir figuras planas, pelo que as suas arestas se encontram num só plano.

Frações

O tema frações começa como o tema Geometria, pede para encontrar uma figura geométrica. Depois de selecionada, a figura geométrica é guardada no dispositivo na forma de imagem, onde tudo o que é exterior ao contorno da figura geométrica é branco. Esta imagem vai ser utilizada em três ecrãs em que são feitas perguntas relativamente a ela. As três perguntas, assim como as suas respostas e seus dados são recolhidas do ficheiro CSV.

Depois de gravada a figura, esta é apresentada no ecrã abaixo da área da pergunta. Por cima da figura é desenhada uma grelha com traço de cor branco, como se a figura recolhida tivesse sido dividida em várias partes. Depois, dentro de cada uma dessas partes é desenhado um retângulo com traço azul. Neste fase pergunta-se ao utilizador em quantas partes está dividida a imagem. Depois de respondida esta pergunta, aparece no ecrã seguinte a mesma imagem, mas com algumas das partes preenchidas a amarelo com 40% de opacidade, suficiente para se ver o que está por trás. Neste ecrã pergunta-se quantas partes estão preenchidas de amarelo. Depois de o utilizador responder, é-lhe feita uma última pergunta, qual a fração que corresponde às partes amarelas.

Antes de desenhar as linhas brancas que dividem a figura geométrica é calculado o número de linhas horizontais e o número de linhas verticais. O número de partes em que se divide a figura é recebido por argumento e é a partir deste número que se determina a quantidade de linhas verticais e linhas horizontais. Até quatro partes, são desenhadas apenas linhas verticais, se o número for maior que quatro verifica-se se o número é divisível por três e a seguir por 2. Se esta condição não se verificar, não se procede ao cálculo da quantidade de linhas. Se o número de partes for divisível por três, o número de linhas horizontais é dois, se for divisível por 2 o número de linhas horizontais é um.

Depois de calculados o número de linhas verticais e horizontais, procede-se a dois loops onde se desenham as linhas. Aqui, as coordenadas são calculadas dividindo o comprimento da figura pelo número de partes pretendido e multiplica-se pelo número de vezes correspondente.

Os retângulos, de objeto “Rect”, são guardados num Array e o cálculo das suas posições foi feito de forma semelhante ao cálculo das linhas.

O número de partes que são preenchidas a amarelo vem da última coluna do ficheiro CSV, mas os retângulos escolhidos obtêm-se aleatoriamente. Para que não haja índices iguais, guardam-se num Array que depois é percorrido por um loop. Se se verificar um índice igual a outro, repete-se o método `nextInt()` do objeto “Random” e subtrai-se um ao iterador para que se volte a fazer a verificação.

Quando se carrega num dos botões verifica-se se este corresponde à resposta certa. Se corresponder a uma resposta errada, é apresentada uma mensagem ao utilizador, indicando que deve voltar a tentar. Se a resposta estiver correta, aos pontos atuais são somados mais cinco pontos, o índice da pergunta é incrementado e o conteúdo da pergunta, dos pontos e dos botões é atualizado. Na primeira pergunta o número de retângulos a serem preenchidos é zero, nas duas perguntas seguintes este valor é igual e maior que zero. A mensagem que indica ao utilizador que deve voltar a tentar é escrita num objeto “Toast”. Este objeto é um uma pequena caixa de texto que aparece e desaparece em pouco tempo, é utilizado para dar pequenas indicações ou informações ao utilizador.

Respostas

A área das respostas só é aplicável no tema Frações, pois no tema Geometria as respostas são obtidas através de sensores.

No ficheiro CSV as respostas encontram-se na forma de “x/y”. Para que os botões das respostas apresentem a forma correta, x/y , divide-se a String pelo travessão, resultando num Array de dimensão dois. Desta forma consegue-se aceder facilmente ao número que se coloca no numerador e ao número que se coloca no denominador, correspondendo o primeiro ao índice 0 do Array e o segundo ao índice 1 do Array.

As respostas possíveis são apresentadas na forma de botões, guardados num Array de objetos do tipo “Button”. Para personalizar os botões desenhou-se num objeto “Canvas” um retângulo de fundo, uma linha e texto escrito sobre ele. A partir do objeto “Canvas” criou-se um “Bitmap” que foi aplicado a todos os botões. A largura do botão depende da largura do texto, sendo igual a 120% do comprimento do texto. A altura do botão, assim como a sua largura, depende do

tamanho do texto e é duas vezes a altura do texto, mais 20% da altura do texto, pois trata-se de uma fração. A coordenada y do numerador é igual a coordenada y da linha menos 10px e a coordenada y do denominador é igual à coordenada y da linha, mais 10px, mais a altura do texto. O texto é alinhado ao centro e a linha também. Para que os botões tivessem todos o mesmo tamanho determinou-se qual o botão maior e de seguida igualaram-se os outros a esse. Como nem todas as respostas são frações, antes de calcular as posições e os tamanhos dos botões verifica-se na String da resposta se existe o carácter “/”, se existir coloca-se a variável “notFraction” a “false”, se não, coloca-se a “true”.

7. TESTES DE USABILIDADE

O público-alvo da aplicação aqui desenvolvida é bastante específico, requer que as crianças consultadas tenham entre 10 a 12 anos e que frequentem o 5^o ano de escolaridade. Para ter acesso a um número suficiente de crianças com estas características, os testes de usabilidade foram realizados na Escola EB2,3 Dr. Maria Alice Gouveia em Coimbra.

Para não perturbar o curso normal das atividades letivas das crianças, os testes foram realizados na disciplina Estudo Acompanhado na última semana de aulas nos dias 4, 5 e 11 de Junho. Esta data era a única possível para realização dos testes, porque na semana seguinte, as crianças entravam em férias, e só recommençavam as aulas no princípio de Setembro.

No primeiro dia foram preenchidos formulários conforme o anexo I, no segundo dia foram feitos os testes com a aplicação e no terceiro dia foram preenchidos os formulários relativamente à utilização da aplicação. Nesta altura o projeto ainda estava em desenvolvimento e o foco era tornar a aplicação utilizável pelas crianças, com as funcionalidades que mais a caracterizam, a deteção de figuras e a medição de ângulos.

O aspeto gráfico da aplicação encontrava-se muito pouco trabalhado, correspondendo apenas ao necessário. Alguns dos ecrãs utilizados podem-se observar nas figuras seguintes.

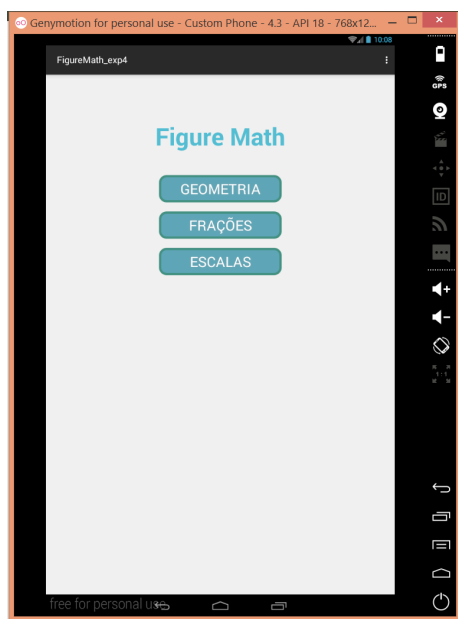


Imagem 57.
Menu principal utilizado nos testes de usabilidade

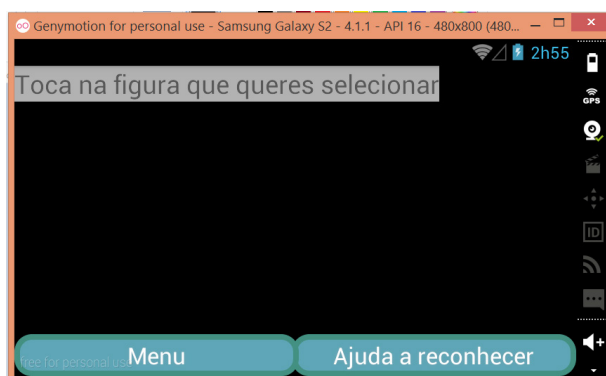


Imagem 58.
Interface de reconhecimento de figuras geométricas durante os testes de usabilidade

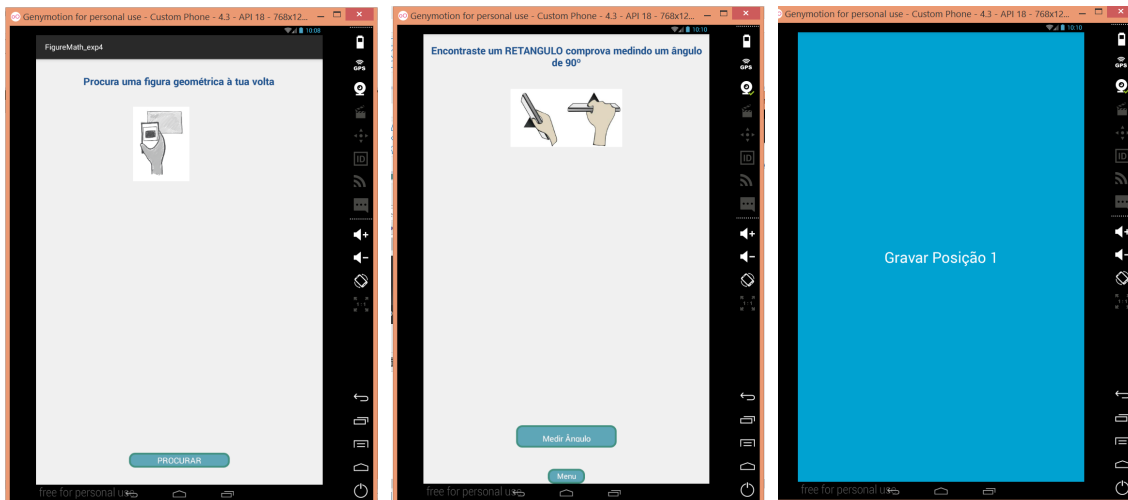


Imagem 59. Menu pergunta 1 durante os testes de usabilidade

Imagem 60. Menu pergunta 2 durante os testes de usabilidade

Imagem 61. Ecrã de gravar posição do dispositivo nos testes de usabilidade

Na realização dos testes com a aplicação, as crianças foram divididas em grupos de dois, acompanhadas por um responsável deste projeto, a autora, e os dois orientadores de estágio. Cada grupo possuía um dispositivo com a aplicação instalada e pronta a ser utilizada. Os dispositivos utilizados foram um tablet de 10”, um smartphone de 4” de alta resolução (240dpi) e um smartphone de 4” mas com resolução média.

As crianças nesta faixa etária são muito ativas e curiosas, tirando algumas exceções, não gostam de perder tempo a ler instruções e querem experimentar os produtos o mais rápido possível. Neste caso são mais eficazes as imagens como forma de informar ou de dar instruções do que texto, pois as imagens são percebidas muito mais rapidamente.

A aplicação executada no smartphone com resolução mais baixa apresentou erros na localização dos elementos de layout, o que levou a que as crianças que utilizavam esse dispositivo tivessem dificuldade em perceber o que lhes era pedido. Por este motivo, foi implementado mais tarde um design responsivo que se adaptasse a todos os dispositivos.

Como já foi referido por especialistas em usabilidade, nomeadamente Nielsen, as crianças, mais do que os adultos, não têm paciência e querem uma resposta imediata às suas ações, por parte dos dispositivos e suas aplicações. Quando isto não acontece, repetem a ação anterior, o que por vezes provoca erros na execução das aplicações. Por isso é importante que as aplicações sejam rápidas a dar uma resposta, mesmo que não seja a esperada, para que o utilizador perceba que a sua ação foi recebida.

Durante o teste com a aplicação, percebeu-se que há diferenças significativas entre as crianças que manuseiam habitualmente dispositivos móveis, daquelas que têm pouco acesso a eles. As crianças que usam frequentemente dispositivos móveis são mais rápidas, mais decididas e confiantes nas suas ações, as que não usam têm receio de estragar algo, têm mais dúvidas e são mais cautelosas no manuseamento.

Neste teste com a aplicação, foram entregues três folhas a cada grupo de duas crianças. Uma das folhas tinha impressa a imagem de uma fatia de pizza, outra folha tinha uma imagem de várias formas geométricas coloridas e a terceira folha tinha escritas as tarefas a serem executadas.

A primeira tarefa consistia em reconhecer uma figura geométrica na fatia de pizza, que seria um triângulo, e depois medir um ângulo agudo. A segunda tarefa consistia em encontrar um retângulo na folha com as figuras geométricas e medir um ângulo reto. A terceira e última tarefa, consistia em utilizar a aplicação livremente e encontrar figuras geométricas nos objetos à sua volta.

Na primeira tarefa verificou-se que algumas crianças procuravam figuras geométricas no interior da fatia de pizza e não consideraram que a própria fatia fosse um triângulo. Na tarefa de medir o ângulo, as crianças com o smartphone de baixa resolução não conseguiram perceber qual o procedimento de medição, pois as imagens explicativas não eram perceptíveis. Também se verificou que algumas crianças não tinham percebido a relação entre encontrar a figura com a câmara e medir um ângulo dessa mesma figura. As crianças que não perceberam como deveriam medir o ângulo ficaram à espera que aplicação voltasse a utilizar a câmara.

Nem na primeira tarefa nem na segunda as crianças optaram por recorrer ao botão de ajuda para encontrar a figura. Uma das razões para este facto pode ser não considerarem a tarefa suficientemente difícil, ou estarem habituadas a uma ajuda, em forma de texto, que não lhes responde às dificuldades.

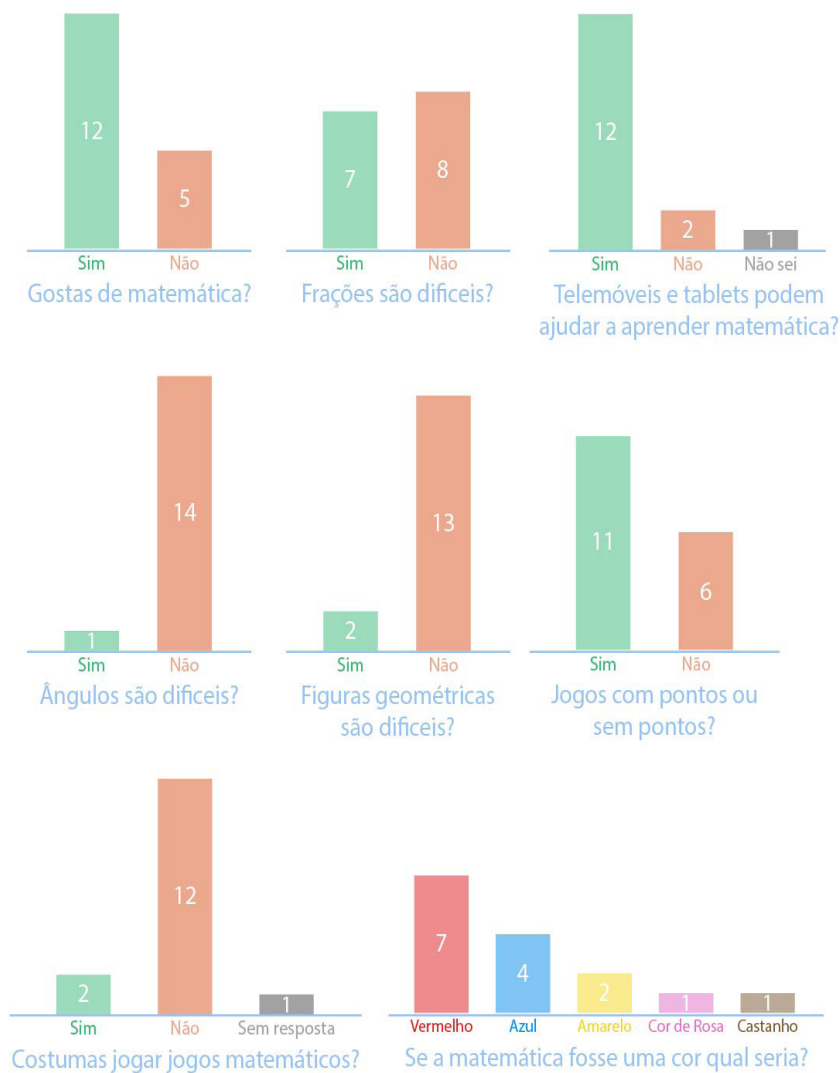
A primeira reação das crianças à funcionalidade de reconhecimento de figuras geométrica foi bastante positiva. Elas mostraram-se entusiasmadas e começaram logo a apontar os dispositivos para o que havia à sua volta. Na última tarefa, onde as crianças puderam utilizar a aplicação livremente, preferiram apontar a câmara para a cara uns dos outros, para os olhos e para as suas roupas, em vez de apontarem para algo com a forma de uma figura geométrica. Consideraram muito mais divertido ver quadrados nos olhos dos colegas, ou medir o ângulo reto que o queixo faz com a face, do que procurar figuras geométricas em objetos.

Esta foi uma reação inesperada pelo que seria necessário um estudo mais aprofundado de psicologia para perceber a razão do seu comportamento. Contudo pensa-se que se deve à novidade que esta funcionalidade representa, para as crianças é mais comum encontrar figuras geométricas em objetos do que na figura humana, para além de que um objeto é inanimado e por isso menos interessante que os seus colegas.

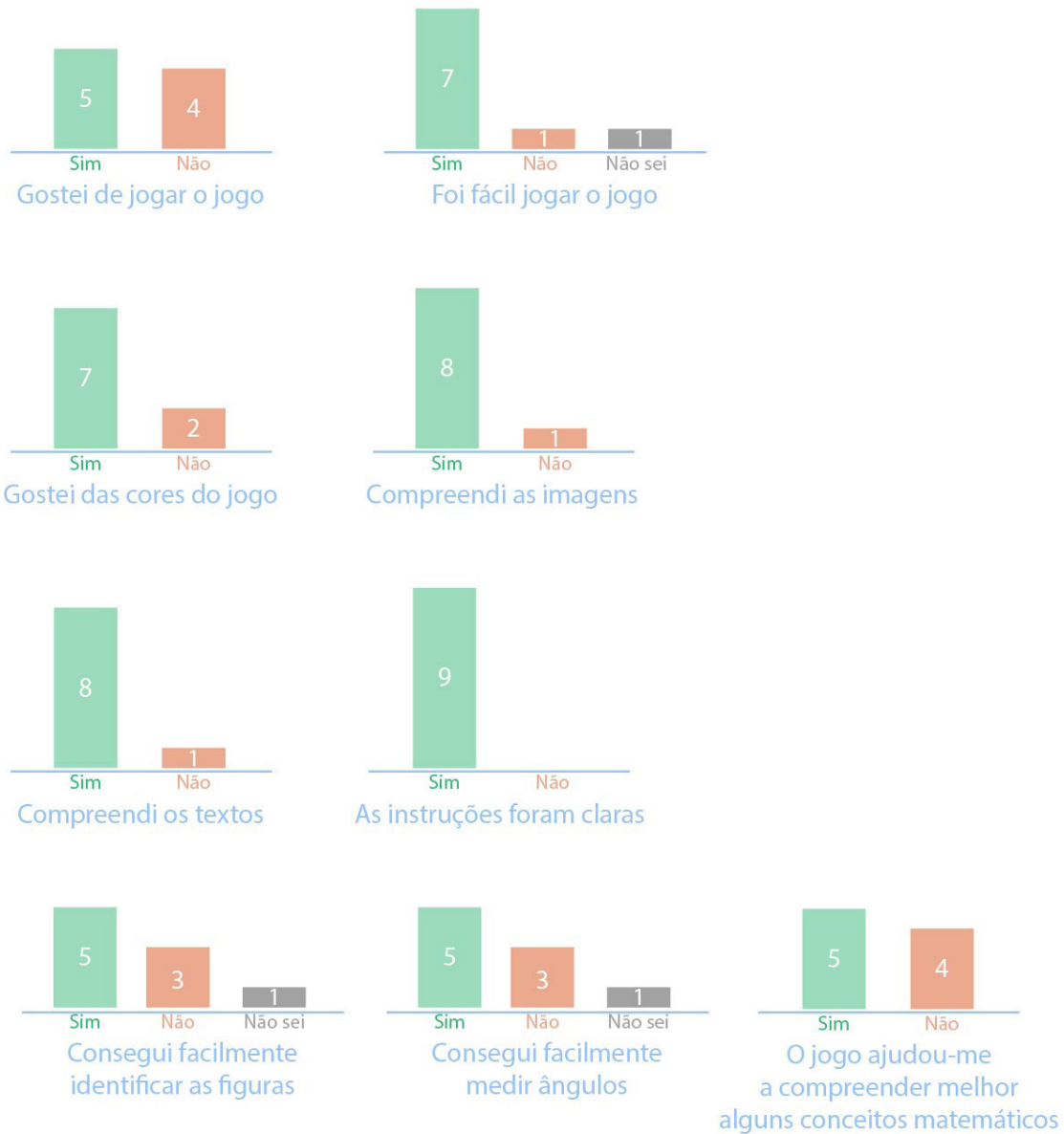
Os formulários e tarefas dos testes de usabilidade podem ser observados no anexo I.

Antes da realização do teste com a aplicação foi pedido às crianças que respondessem a algumas perguntas de opinião. Estas perguntas foram importantes para contextualizar a aplicação no âmbito da educação e ensino da Matemática. As suas repostas a este formulário podem ser observadas nos seguintes gráficos.

Imagem 62.
Gráficos das respostas ao primeiro formulário



O último formulário continha perguntas relativas à aplicação, ao seu funcionamento e aspeto. As respostas a estas perguntas podem ser observadas nos seguintes gráficos.



8. CONCLUSÃO

Para a fundamentação desta dissertação foi necessária a leitura de diversos documentos e livros. Ao longo dessa busca por informações específicas adquiriram-se conhecimentos em várias matérias, desde psicologia a informática e eletrônica.

Inicialmente procurou-se pela justificação da aprendizagem por experiência ser mais eficaz que a aprendizagem por assimilação. Nesse processo descobriram-se várias teorias, associações e profissionais que defendiam uma educação diferente da tradicional. Foi necessário algum estudo de psicologia da aprendizagem para perceber as diferentes formas de aquisição de conhecimento e as várias teorias cognitivas. Toda a aprendizagem começa em criança, o que vai determinar a pessoa adulta.

O porquê dos jogos criarem um certo vício está na vontade de auto-realização, criando a competitividade.

O design para aplicações móveis requer cuidados diferentes do design para computadores pessoais. O ecrã de um computador pessoal é observado a uma maior distância que o de um dispositivo móvel, o computador pessoal possui periféricos de input enquanto que a interação com o dispositivo móvel se processa através do toque diretamente no ecrã. A posição das mãos, a forma de segurar o dispositivo são aspectos que podem alterar a experiência de utilização entre outros.

A experiência das crianças não é a mesma dos adultos e por isso a sua forma de utilizar os dispositivos é diferente. As crianças esperam conteúdos direcionados aos seus gostos, gostam de animações e som e não gostam de textos demasiado extensos e complexos, pois a sua capacidade de leitura ainda não é tão apurada quanto a de um adulto.

Da pesquisa por aplicações que medissem grandezas através dos seus sensores percebeu-se que estes são usados maioritariamente em aplicações de fitness e medição de edifícios. As aplicações para serem utilizadas no exterior são dedicadas à natureza e as aplicações dedicadas à Matemática não usam sensores tipicamente.

O reconhecimento de imagem ainda não é uma funcionalidade comum na maioria das aplicações, havendo poucas a inclui-la.

Todo este projeto foi uma nova experiência, desde o estudo da informação à implementação. Android é uma plataforma flexível com imensas potencialidades. A sua arquitetura e linguagem eram inicialmente desconhecidas, mas não demorou muito até se conseguir construir uma aplicação funcional. As maiores dificuldades centraram-se na utilização da biblioteca para reconhecimento de imagem.

O conceito a utilizar no design da aplicação passou por várias fases até chegar ao pretendido. O público alvo da aplicação é bastante específico o que limita o tipo de linguagem visual a utilizar. Os símbolos e ícones não podiam ser abstratos, pois as crianças não os compreenderiam.

Conhecer e compreender as crianças é um desafio, pois a infância dos adultos ocorreu numa época diferente e o mundo está em constante evolução. Os testes de usabilidade demonstraram que é difícil prever as reações das crianças, apesar de confirmarem conclusões e teorias obtidas noutros estudos.

O resultado final deste projeto é bastante satisfatório, adquiriram-se novos conhecimentos, experiências gratificantes, e um produto final que poderá representar uma inovação na forma de utilizar os dispositivos móveis na educação matemática.

9. PERSPETIVAS FUTURAS

Este projeto foi o produto do estudo e aquisição de conhecimentos sobre temas como a aprendizagem, o comportamento das crianças, os seus gostos, tecnologia, sensores, dispositivos móveis, linguagens de programação, entre outros. O protótipo foi desenvolvido à medida que se iam adquirindo conhecimentos e por isso a forma como foi feito talvez não tenha sido a melhor. Na conclusão do projeto percebe-se que algumas partes poderiam ter sido feitas de outra forma, talvez mais eficiente. O protótipo aqui desenvolvido está próximo do idealizado, mas tem ainda algumas falhas.

O objetivo deste projeto é conseguir que as crianças aprendam mais facilmente alguns conceitos matemáticos. Futuramente espera-se conseguir concluir este projeto, eliminando falhas e acrescentando as funcionalidades que não foram possíveis de implementar como o tema das Escalas. O número de perguntas implementadas é muito reduzido, pelo que era útil ter a ajuda de um professor de Matemática que contribuísse para o projeto. Espera-se aperfeiçoar a aplicação de forma a poder ser disponibilizada na plataforma GooglePlay e assim ficar disponível a todas as crianças.

10. BIBLIOGRAFIA

- Allison Druin, J. P. H. (2005). *Interaction Design and Children*, 48(1), 32–34.
- Android Application Components. (n.d.). Retrieved August 11, 2015, from http://www.tutorialspoint.com/android/android_application_components.htm
- Android Development with OpenCV — OpenCV 2.4.11.0 documentation. (n.d.). Retrieved August 11, 2015, from http://docs.opencv.org/doc/tutorials/introduction/android_binary_package/dev_with_OCV_on_Android.html#application-development-with-static-initialization
- Android Interfaces | Android Developers. (n.d.). Retrieved August 11, 2015, from <http://source.android.com/devices/index.html>
- App Manifest | Android Developers. (n.d.). Retrieved August 11, 2015, from <http://developer.android.com/intl/pt-br/guide/topics/manifest/manifest-intro.html>
- Application Fundamentals | Android Developers. (n.d.). Retrieved August 11, 2015, from <http://developer.android.com/intl/pt-br/guide/components/fundamentals.html>
- Apps for Kids: Basic Usability Guidelines. (n.d.). Retrieved November 19, 2014, from <https://software.intel.com/en-us/blogs/2013/01/23/apps-for-kids-basic-usability-guidelines>
- Association American Optometric. (n.d.). *Infant Vision: Birth to 24 Months of Age*. Retrieved August 5, 2015, from <http://www.aoa.org/patients-and-public/good-vision-throughout-life/childrens-vision/infant-vision-birth-to-24-months-of-age?sso=y#1>
- Barbosa, M. (1986). *O desenvolvimento nos primeiros anos de vida, Uma abordagem através da actividade lúdica*.
- Boyatzis, C. J., & Varghese, R. (1994). Children's emotional associations with colors. *The Journal of Genetic Psychology*. doi:10.1080/00221325.1994.9914760
- Brain, M. (n.d.). *How GPS Receivers Work - HowStuffWorks*. Retrieved January 28, 2015, from <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/travel/gps.htm>
- Bruckman, A., & Bandlow, A. (2002). *HCI for kids*, 1–39.
- Chiong, C., & Shuler, C. (2010). *Learning: Is there an app for that?*

Investigations of young children's usage and learning with mobile devices and apps., 34. Retrieved from cooney.center@sesameworkshop.org

- Cornell University. (2015). Teaching with technology.
- Costa, S. S. (2003). Primeira chamada de telemóvel foi feita há 30 anos - PÚBLICO. Retrieved August 18, 2015, from <http://www.publico.pt/media/noticia/primeira-chamada-de-telemovel-foi-feita-ha-30-anos-290346>
- Creating an Android Project | Android Developers. (n.d.). Retrieved August 11, 2015, from <http://developer.android.com/intl/pt-br/training/basics/firs-tapp/creating-project.html>
- De Droog, S. M., Buijzen, M., & Valkenburg, P. M. (2012). Use a Rabbit or a Rhino to Sell a Carrot? The Effect of Character–Product Congruence on Children's Liking of Healthy Foods. *Journal of Health Communication*, 17(9), 1068–1080. doi:10.1080/10810730.2011.650833
- Drawable Resources | Android Developers. (n.d.). Retrieved August 11, 2015, from <http://developer.android.com/intl/pt-br/guide/topics/resources/drawable-resource.html>
- Droog, D. (2012). Main Conclusions and Implications Regarding Characters in Health Communication Interventions Main Conclusions.
- Druin, A. (1996). A place called childhood. *Interactions*, 3(1), 17–22. doi:10.1145/223500.223506
- Elliott, C. D. (2012). Packaging Fun: Analyzing Supermarket Food Messages Targeted at Children. *Canadian Journal of Communication*, 37(2), 303–318.
- Eroding and Dilating — OpenCV 2.4.11.0 documentation. (n.d.). Retrieved August 12, 2015, from http://docs.opencv.org/doc/tutorials/imgproc/erosion_dilatation/erosion_dilatation.html
- Fang, Z., Luo, W., & Xu, J. (2011). A structure for children-oriented human computer interaction. *Proceedings of 4th International Workshop on Advanced Computational Intelligence, IWACI 2011*, 205–208. doi:10.1109/IWACI.2011.6160003
- Farina, M. (2006). *Psicodinamica Das Cores*.
- Fox, J. E. (n.d.). Back to basics: Play in Early Childhood. Retrieved January 23, 2014, from http://www.earlychildhoodnews.com/earlychildhood/article_view.aspx?ArticleID=240
- Gelman, D. L. (2014). *Design For Kids*.
- Goodrich, R. (n.d.). Accelerometer vs. Gyroscope: What's the Difference? Retrieved January 15, 2015, from <http://www.livescience.com/40103-accele->

rometer-vs-gyroscope.html

- Grabinger, R. S., & Dunlap, J. C. (1989). Rich environments for active learning : a definition.
- Gujarati, P. (2013). Overview of sensors used in smartphones and tablets. Retrieved January 28, 2015, from <http://www.techulator.com/resources/9421-Overview-sensors-used-smartphones-tablets.aspx>
- Hooper, S. (2013). How Do Users Really Hold Mobile Devices? :: UXmatters. Retrieved January 20, 2015, from <http://www.uxmatters.com/mt/archives/2013/02/how-do-users-really-hold-mobile-devices.php>
- Hourcade, J. P. (2006). Interaction Design and Children. *Children*, 1(4), 277–392. doi:10.1561/1100000006
- Infopédia. (n.d.-a). Definição ou significado de phablet. Retrieved August 27, 2015, from <http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/phablet>
- Infopédia. (n.d.-b). Definição ou significado de smartphone. Retrieved August 27, 2015, from <http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/smartphone>
- Infopédia. (n.d.-c). Definição ou significado de tablet. Retrieved August 27, 2015, from <http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/tablet>
- Introduction — OpenCV 2.4.5.0 documentation. (n.d.). Retrieved August 11, 2015, from <http://docs.opencv.org/android/service/doc/Intro.html>
- java api - OpenCV Documentation. (n.d.). Retrieved from <http://docs.opencv.org/java/>
- Kalloniatis, M., & Luu, C. (2007). Color Perception by Michael Kalloniatis and Charles Luu – Webvision. Retrieved August 5, 2015, from <http://webvision.med.utah.edu/book/part-viii-gabac-receptors/color-perception/>
- Klopfenstein, T. (n.d.). Accelerometer Basics - learn.sparkfun.com. Retrieved January 15, 2015, from <https://learn.sparkfun.com/tutorials/accelerometer-basics>
- Kolb, L. (2007). Toys to tools: Connecting Student Cell Phones to Education, 3777, 0–23.
- Large, A., Behesht, J., Nasset, V., & Bowler, L. (2000). Designing a Children's Web Portal using an Intergenerational Team. *Techniques*, 1–12.
- Large, A., Beheshti, J., & Rahman, T. (2002). Design criteria for children's Web portals: The users speak out. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 53(2), 79–94. doi:10.1002/asi.10012

- Layouts | Android Developers. (n.d.). Retrieved August 11, 2015, from <http://developer.android.com/intl/pt-br/guide/topics/ui/declaring-layout.html>
- Oracle. (n.d.). Lesson: Object-Oriented Programming Concepts. Retrieved August 11, 2015, from <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/concepts/index.html>
- Maine, S. (2012). The 10 principles of mobile interface design | Mobile | Creative Bloq. Retrieved January 20, 2015, from <http://www.creativebloq.com/mobile/10-principles-mobile-interface-design-4122910>
- Melo, R. C. de C. P. de, & Silva, M. J. P. da. (2005). Aprendizagem experiencial no desenvolvimento de competências relacionais de ajuda : um estudo empírico realizado com enfermeiros.
- Mendes, D. I. (2014). Telemóveis: a cronologia do mercado - PÚBLICO. Retrieved August 18, 2015, from <http://www.publico.pt/economia/noticia/telemoveis-a-cronologia-do-mercado-1621344>
- Monteiro, M., & Santos, M. R. dos. (1996). Psicologia - 20 Vol. (P. Editora, Ed.). Porto.
- Nettet, V., & Large, A. (2004). Children in the information technology design process: A review of theories and their applications. *Library and Information Science Research*, 26, 140–161. doi:10.1016/j.lisr.2003.12.002
- Nielsen, J. (1995). 10 Heuristics for User Interface Design: Article by Jakob Nielsen. Retrieved January 26, 2015, from <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Nielsen, J. (2010). Children's Websites: Usability Issues in Designing for Kids. Retrieved January 21, 2015, from <http://www.nngroup.com/articles/childrens-websites-usability-issues/>
- OpenCV: Image Thresholding. (n.d.). Retrieved August 11, 2015, from http://docs.opencv.org/master/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html#gsc.tab=0
- Owls Facts, information, pictures | Encyclopedia.com articles about Owls. (n.d.). Retrieved August 5, 2015, from <http://www.encyclopedia.com/topic/Owls.aspx>
- Perrotta, F. (2014). SCENARIOS PEDAGOGICAL-EDUCATIONAL MOVEMENT PLAY, 9(4), 159–163. doi:10.3844/jsssp.2013.159.163
- PLATFORMS | OpenCV. (n.d.). Retrieved August 11, 2015, from <http://opencv.org/platforms.html>

- Read, J. C., & Bekker, M. M. (2011). The Nature of Child Computer Interaction. BCS-HCI '11 Proceedings of the 25th BCS Conference on Human-Computer Interaction, (1994), 163–170.
- Richter, F. (2014). • Chart: The Price Gap Between iOS and Android Is Widening | Statista. Retrieved January 27, 2015, from <http://www.statista.com/chart/1903/average-selling-price-of-android-and-ios-smartphones/>
- Rodrigues, L. (2001). Psicologia 120 ano - 1o Volume. (P. Editores, Ed.). Lisboa.
- Ron Fedkiw, Y. Y. (2012). Sensors and Cellphones What is a sensor ?
- Russ, S. W. (n.d.). Play in Child Development and Psychotherapy.
- Santos, S. (2014). Diferenças entre o iOS e o Android | Zaask Portugal. Retrieved January 26, 2015, from <https://www.zaask.pt/blog/diferencas-entre-o-ios-e-o-android/>
- Savio, N., & Braiterman, J. (2007). Design Sketch : The Context of Mobile Interaction, 5–7.
- Sensirion. (2013). Humidity and temperature sensors breathe life into smartphones. Retrieved January 28, 2015, from <http://www.sensirion.com/en/kunden-newsletter-artikel/sensirion-sensor-news-june-2013/humidity-and-temperature-sensors-breathe-life-into-smartphones/>
- Significado de Coruja - Dicionário de Símbolos. (n.d.). Retrieved August 5, 2015, from <http://www.dicionariodesimbolos.com.br/coruja/>
- Smith, M. (2013). Why your smartphone won't be your next PC | Digital Trends. Retrieved January 25, 2015, from <http://www.digitaltrends.com/computing/why-your-smartphone-wont-be-your-next-pc/>
- Smith, P. K. (2009). Children and Play. doi:10.1002/9781444311006
- Top 8 Mobile & Tablet Operating Systems from Nov 2013 to Nov 2014 | StatCounter Global Stats. (n.d.). Retrieved January 27, 2015, from <http://gs.statcounter.com/#mobile+tablet-os-ww-monthly-201311-201411>
- White, B. (2009). Design for the Mobile Experience. Retrieved February 17, 2015, from http://www.oracle.com/webfolder/ux/applications/successStories/071115_mobileExperience.html
- Wroblewski, L. (2012). LukeW | Responsive Navigation: Optimizing for Touch Across Devices. Retrieved January 24, 2015, from <http://www.lukew.com/ff/entry.asp?1649>

11. Referência de Imagens

- Imagem 1. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.InterActionEducation.MathEvolveLite> > Consultado em 11 de Dezembro de 2014.
- Imagem 2. Disponível em: < <http://www.curioushat.com/> > Consultado em 11 de Dezembro de 2014.
- Imagem 3. Disponível em: <<http://iphone.appstorm.net/reviews/lifestyle/project-noah-discover-and-share-nature-from-your-iphone/> > Consultado em 11 de Dezembro de 2014.
- Imagem 4. Disponível em: <<https://itunes.apple.com/pt/app/leafsnap/id430649829?mt=8>> Consultado em 11 de Dezembro de 2014.
- Imagem 5. Disponível em: <http://www.ecobugs.org.uk/using_ecobugs.php > Consultado em 11 de Dezembro de 2014.
- Imagem 6. Disponível em: <<https://itunes.apple.com/pt/app/camfind-search-qr-reader-price/id595857716?mt=8> > Consultado em 11 de Dezembro de 2014.
- Imagem 7. Disponível em: <<https://itunes.apple.com/pt/app/amazing-alex-hd/id524334658?mt=8> > Consultado em 11 de Dezembro de 2014.
- Imagem 8. Disponível em: <<http://www.pasco.com/spark/> > Consultado em 11 de Dezembro de 2014.
- Imagem 9. Disponível em: <<http://einsteinworld.com/product/einstein-tablet/> > Consultado em 11 de Dezembro de 2014.
- Imagem 10. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.aboy.tools&hl=pt_PT > Consultado em 11 de Dezembro de 2014.
- Imagem 41. Disponível em: <<http://source.android.com/devices/>> Consultado em 17 de Julho de 2015

Imagem 42. Disponível em: <<http://developer.android.com/intl/pt-br/guide/components/activities.html>> Consultado em 17 de Julho de 2015

Imagem 43. Disponível em: <http://docs.opencv.org/doc/tutorials/imgproc/histograms/histogram_equalization/histogram_equalization.html> Consultado em 17 de Julho de 2015

12. Anexo I

Testes de usabilidade

Formulário 1

Escola EB23 Dr^a Maria Alice Gouveia

5º B

Handheld Probes-Mat...

Responde às seguintes questões:

	Sim	Não	Não sei
Gostas de Matemática?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consideras que as frações são difíceis?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consideras que os ângulos são difíceis?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consideras que as figuras geométricas são difíceis?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Achas que os telemóveis/tablets podem ajudar a aprender Matemática?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costumas jogar jogos matemáticos no computador, telemóvel ou tablet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Se sim, refere três jogos de que gostes mais.			

Se a Matemática fosse uma cor qual seria? _____

Gostas mais de jogos onde ganhas pontos ou de jogos onde apenas ganhas ou perdes?

Formulário 2

Escola EB23 Dr^a Maria Alice Gouveia

5^o B

Jogo Handheld Probes-Mat...

Responde, com sinceridade, às seguintes questões:

	Sim	Não	Não sei
Gostei de jogar o jogo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Foi fácil jogar o jogo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei das cores do jogo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compreendi o significado das imagens.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consegui ler sem dificuldade os textos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
As instruções foram claras.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consegui facilmente identificar figuras.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consegui facilmente medir ângulos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O jogo ajudou-me a perceber melhor alguns conceitos matemáticos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Voltava a jogar o jogo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Se eu pudesse o que mudava no jogo: