

Artículo recibido el 13 de noviembre de 2014; Aceptado para publicación el 10 de marzo de 2015

Trilho da Ciência: um percurso de Educação Científica na ilha do Príncipe

Science Trail: a pathway of Scientific Education in Príncipe Island

Joana Latas¹
Ana Rodrigues²

Resumo

Enquadrado numa visão integradora de contextos de educação formal e não-formal, foi conceptualizado, implementado e avaliado um percurso de educação científica na ilha do Príncipe, São Tomé e Príncipe - Trilho da Ciência (TC). O Trilho da Ciência proporciona o contacto com a natureza e pressupõe a exploração de conteúdos científicos integrados no contexto histórico e cultural principense. Aliás, os contextos culturais apresentam potencialidades multidisciplinares que, quando reconhecidos e legitimados, potenciam uma visão holística da Ciência (Gerdes, 2007). Em particular, alguns destes contextos culturais e históricos revelaram-se potenciadores para criar pontes com conceitos matemáticos, explicitando-se assim relações entre Cultura e Matemática. A conceção deste percurso esteve a cargo de uma equipa multidisciplinar de professores da Escola Secundária do Príncipe e a implementação dirigiu-se, essencialmente, a alunos do Ensino Secundário. A avaliação do Trilho da Ciência, nomeadamente, o seu impacte nos participantes, tendo por base a análise dos dados obtidos através de questionários aos participantes e da compilação documental, aponta para a continuidade desta iniciativa e para o reconhecimento de potencialidades educativas no mesmo.

Palavras-Chave: Ambientes/contextos formais e não-formais; Educação científica; Interdisciplinaridade; Cultura e Matemática.

Abstract

Framed in an integrated vision of formal and non-formal educational contexts, the pathway of scientific education in Príncipe Island - Science Trail, was conceptualized, implemented and assessed. Science Trail provides contact with nature and assumes the exploration of scientific contents, integrated in a historical and cultural Principean context. Moreover, cultural contexts have multidisciplinary potentialities which, when recognized and legitimated, enhance a holistic view of science (Gerdes, 2007). In particular, some of those cultural and historical contexts proved to be facilitators in the process of building bridges with mathematical concepts, enhancing connections between culture and mathematics. The drawing up of this trail was the responsibility of a multidisciplinary team of Príncipe's High school teachers and its implementation targeted mainly high school students. The evaluation of the Science Trail, namely its impact on participants, based on data gathered through questionnaires and document compilation, points to the continuity of this initiative and to the recognition of its educational potentialities.

Keywords: Formal and non-formal contexts; Scientific Education; Interdisciplinary; Culture and Mathematics

¹ HBD – Tourism Investments, Príncipe, São Tomé e Príncipe. Email: joana.latas@hbd.com

² Universidade de Aveiro & CIDTFF, Aveiro, Portugal. Email: arodrigues@ua.pt

INTRODUÇÃO

Os ambientes/contextos formais de aprendizagem associam-se, regra geral, a instituições específicas e formais para o ensino e a aprendizagem, do qual a Escola é um exemplo. No entanto, existem múltiplos ambientes/contextos não-formais no seio da comunidade, fora e dentro destas instituições educacionais, que podem, igualmente, ser palco de atividades intencionalmente organizadas que visem o ensino e a aprendizagem educacional.

O reconhecimento da diversidade e natureza dos contextos como potenciais veículos de aprendizagem perspetivam uma visão integradora dos contextos de formação formais e não-formais (Osborne & Dillon, 2007; Rodrigues, 2011). Nomeadamente, as experiências vivenciadas pelos indivíduos fora da escola podem resultar em aprendizagens que ocorrem em ambientes/contextos de aprendizagem não-formais ou informais. Estas deverão estar previstas em experiências de aprendizagem em ambientes de educação não-formal integradas nas atividades de aula (Rodrigues, 2011). Tais aprendizagens são legitimadas por educadores (etno)matemáticos e os contextos, sugeridos como potenciadores de experiências de aprendizagem, estão contemplados nas orientações curriculares para o ensino e aprendizagem da Matemática (e.g. Bishop, 2005; Gerdes, 2007; Moreira, 2008; NCTM, 2007).

Deste modo, na ilha do Príncipe, República de São Tomé e Príncipe, as vivências culturais dos principenses constituem episódios suscetíveis de análise do ponto de vista da Ciência. O estabelecimento de pontes entre elementos culturais e a formalização de conceitos é entendido como um caminho possível para desmistificar, contextualizar e dar significado às aprendizagens de Ciências. Deste modo, os contextos podem constituir um recurso educativo, na medida em que proporcionam vivências de aprendizagens que promovem uma compreensão de fenómenos com base em atividades “hands-on” (envolvimento dos 5 sentidos do indivíduo - "fazer"); "minds-on" (envolvimento cognitivo do indivíduo – "pensar"); “hearts-on” (envolvimento emocional do indivíduo - "sentir")

A conjugação da existência de parceiros do projeto Matemática do Planeta Terra 2013 na ilha do Príncipe, o reconhecimento desta ilha como uma Reserva Mundial da Biosfera da UNESCO em 2012 e o episódio histórico da validação experimental da Teoria da Relatividade Geral com bases nas observações da expedição astronómica liderada por

Arthur Eddington a esta ilha, em 1919, levou uma equipa multidisciplinar de professores da Escola Secundária do Príncipe a desenvolver uma proposta de abordagem didática, no formato de percurso de educação científica, tendo como palco um contexto não-formal, envolvendo as temáticas inerentes aos três eventos suprarreferidos e com o intuito de valorizar o contexto da ilha.

Neste artigo pretende-se: i) enquadrar o Trilho da Ciência no âmbito da educação científica; ii) sistematizar as suas fases de conceção e implementação; iii) avaliar o impacto que o TC teve nos seus participantes e iv) sugerir possibilidades de reformulação do TC identificadas pelos participantes.

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Diariamente, os alunos podem contactar com diferentes contextos informais e não-formais que lhes proporcionam determinadas aprendizagens, independentemente do contexto escolar (Osborne & Dillon, 2007; Rodrigues, 2011). As aprendizagens, desenvolvidas nesses contextos, não-formais e informais, devem ser integrados no processo formal de ensino e de aprendizagem das ciências. Estas aprendizagens podem ser integradas em atividades de diferentes naturezas, por exemplo, atividades experimentais, visitas de estudo a museus ou centros de ciências, palestras, documentários televisivos, percursos científicos, entre outros. Estas atividades têm em comum o objetivo de despertar o interesse do público escolar para estas áreas do saber (Faria & Chagas, 2012; Rodrigues, 2011).

No estudo desenvolvido por Rodrigues (2011) considera-se que educação pode ser: formal, não-formal e informal, e propõe-se a clarificação conceptual em conformidade com as seguintes definições. A educação formal caracteriza-se pelo processo que resulta em aprendizagens de conteúdos, capacidades, atitudes e valores vinculadas ao Currículo e programas oficiais, através do desenvolvimento de atividades (de ensino e ou autoaprendizagem), visando uma qualificação ou graduação. A educação não-formal caracteriza-se também pelo processo que resulta em aprendizagens, mas que não estão vinculadas ao Currículo e programas oficiais, nem visam, necessariamente, uma qualificação ou graduação. A educação informal é aquela que se realiza não intencionalmente ou, pelo menos, sem a intenção de educar (ou seja, não há ensino). Com o

objetivo de traduzir de forma esquemática as interações existentes entre os diferentes conceitos referidos, Rodrigues (2011) propõe o mapa de conceitos apresentado na Figura 1.

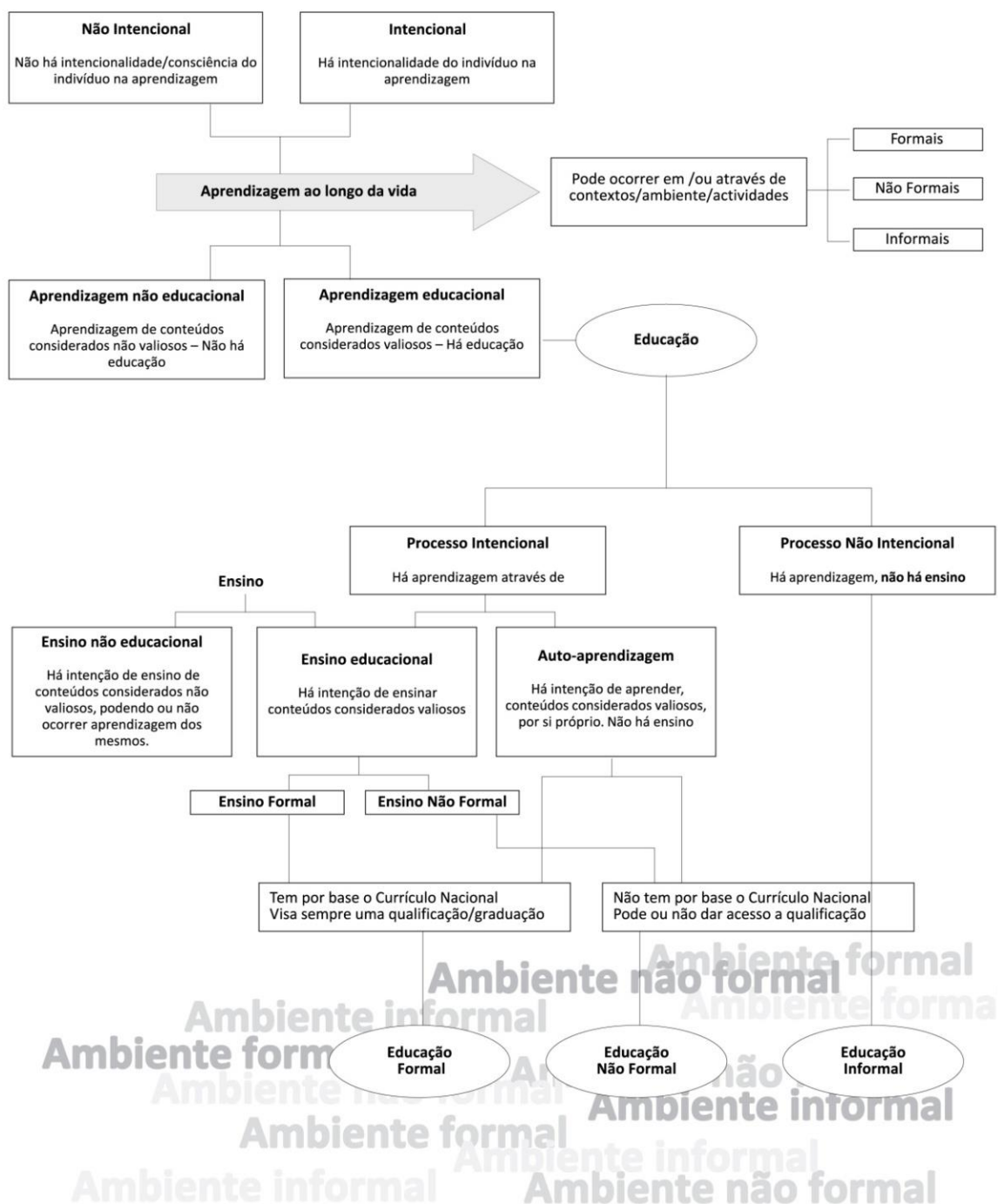


Figura 1. Mapa de conceitos apresentado no estudo de Rodrigues (2011, p.60)

No sentido de integrar os ambientes/contextos não-formais podem organizar-se ambientes integrados de educação/ensino formal e não-formal de ciências. Estes ambientes constituem assim instrumentos e recursos à ação da atividade do professor de forma complementar à educação formal (Osborne & Dillon, 2007; Rodrigues, 2011). Nesta perspectiva, as experiências que são proporcionadas em ambientes/contextos não-formais como, por exemplo, num museu/centro de ciência, podem despoletar um desempenho exemplar por parte de alunos que nem sempre corresponde àquele que se verifica na sala de aula ou laboratório. Aliás, estas experiências são, por vezes, decisivas na priorização de interesses dos jovens e na opção por traçar percursos profissionais relacionados com Ciência. Assim, alargar o leque de oferta e de experiências de aprendizagem, incluindo estes ambientes/contextos não-formais, poderá ser um meio de obter o interesse de mais alunos pela Ciência com desejáveis consequências num melhor desempenho da aprendizagem em ambientes/contextos formais (Faria & Chagas, 2012; Rodrigues, 2011).

As características da aprendizagem em ambientes/contextos formais tendem a veicular um conhecimento descontextualizado, porém o conhecimento, quando contextualizado e com aplicações relevantes, facilita a compreensão do valor da aprendizagem (Osborne & Dillon, 2007). Para potencializar essas aprendizagens como meio facilitador do estabelecimento de conexões com o conhecimento prévio e com o contexto em que se inserem, o professor deverá contemplá-las na organização das experiências de aprendizagem a propor aos alunos, integrando assim ambientes/contextos de educação não-formal nas atividades de sala de aula (Faria & Chagas, 2012; Rodrigues, 2005, 2011). Para isso, no sentido assumir, reconhecer e validar a aprendizagem desenvolvida em contextos não-formais, torna-se necessário conhecer o contexto fora da escola, procurar padrões sociais e culturais dos alunos. Compreender de onde veem e para onde vão os alunos, estabelecer diálogo entre Escola, poder político e eventualmente outros parceiros sociais são ações que permitem identificar possibilidades de ambientes não-formais que respondam, simultaneamente, a objetivos da educação formal.

No campo da Educação Matemática alguns educadores (etno)matemáticos reconhecem que “(...) a Etnomatemática mostra que, frequentemente, nas escolas, os conhecimentos dos alunos adquiridos fora dela, não são tomados em linha de conta (...)” (Gerdes, 2007,

p.157). Isso faz com que, por vezes, a criança não reconheça, nos conceitos abordados na escola, os conceitos que desenvolveu fora desta. Aliás, o desenvolvimento paralelo dos saberes culturais e conhecimentos escolares reforça o sentimento de fracasso e insucesso relativamente à disciplina de Matemática (Gerdes 1992, 2007; Moreira 2002). Apesar disso, as orientações curriculares para o ensino e aprendizagem da Matemática reconhecem as experiências vivenciadas pelos alunos fora da escola, nomeadamente em ambiente/contextos não-formais e informais, como potenciadoras de aprendizagem em contexto escolar (Bishop, 1997, 2005; Gerdes, 1992, 2007; Moreira, 2002, 2008; NCTM, 2007). Na tentativa de legitimar o conhecimento cultural e, simultaneamente, desbloquear conflitos cognitivos, Gerdes (2007) aponta para a construção de um currículo que integre “(...) os backgrounds diversos e as experiências variadas dos alunos, e em que se criam, ao mesmo tempo, pontes para outros horizontes culturais” (p.147).

O ensino e a aprendizagem das ciências através de contextos é uma metodologia inovadora que tem ganho relevância recentemente, e revelado consequências na melhoria da qualidade das aprendizagens realizadas pelos alunos. Para isso, Gilbert (2013) defende que os contextos devem surgir, desejavelmente, como uma diversidade de circunstâncias sociais. Contudo, o autor alerta para a implementação destas metodologias ser, por vezes, adotada sem uma preparação detalhada do processo de ensino, de aprendizagem e inerente avaliação, o que condiciona o sucesso das mesmas. Neste sentido, a adoção de uma tal metodologia deve ser gradual para que alunos e professores se apropriem desta abordagem que deverá ser cuidada e sistemática.

A seleção dos contextos deve ser criteriosa e deliberada. Boaler (1993) e Gilbert (2013) defendem que, por vezes, são apresentados contextos reais que pretendem pertencer ao mundo dos alunos, mas que efetivamente pertencem à realidade dos adultos. Estes contextos que omitem a sua complexidade ou se tornam exemplos ideais, tendencialmente, não permitem estabelecer as conexões pretendidas (Boaler, 1993, Gilbert, 2013). Numa tentativa de categorizar os contextos relevantes no campo educacional, Gilbert (2013) apresenta quatro critérios a que o contexto deve obedecer: i) algo que os estudantes possam ou devam interessar-se e ter gosto por compreender; ii) ser uma oportunidade para uma interação contínua e sistemática entre o professor e os alunos; iii) ser uma oportunidade

para os alunos se familiarizarem com os significados dos conceitos específicos que são abordados; iv) estar cuidadosa e detalhadamente relacionado com os conhecimentos prévios relevantes para os alunos.

Bishop (2005), assumindo uma perspectiva social construtivista de aprendizagem, reforça o papel da comunicação na Educação Matemática convergente com os quatro critérios enunciados por Gilbert (2013). Nomeadamente Bishop (2005) defende que o estabelecimento de conexões com o conhecimento prévio é o que permite a um aluno atribuir significado a um novo conhecimento e, para isso, recomenda o desenvolvimento de atividades que explorem o contexto dos alunos e nas quais estes assumam o principal papel na partilha de significados matemáticos.

Tão importante como escolher o contexto, é a conceção de ensino e aprendizagem que lhe está subjacente. Nomeadamente a definição da linguagem que promova o diálogo interativo, o ensino efetivo de conceitos, com a identificação prévia dos mesmos no contexto selecionado, e uma aprendizagem baseada em *inquiry* que exija da parte do aluno um papel ativo no seu processo de aprendizagem, são elementos que Gilbert (2013) reconhece como cruciais à implementação da mesma e que corroboram as ideias apresentadas por Bishop (2005).

Em *Challenges in basic mathematics education*, UNESCO (2012) expressa que “(...) mathematics taught during basic education must be stimulating, an instruction in living mathematics relating to the world in which the pupils live and to issues faced by humanity today.” (UNESCO, 2012, p. 31). Também os *Princípios e normas para a Matemática escolar* (NCTM, 2007), apontam para o desenvolvimento da competência matemática dos jovens com base na aplicação da sua aprendizagem a contextos reais (NCTM, 2007). English et al. (2010) e Richardson (2004) recorrem à utilização de trilhos matemáticos para dar sentido e significado à aprendizagem matemática dos alunos.

De facto, um dos modos de evidenciar saberes implícitos em manifestações sociais ou culturais pode ser a exploração de trilhos matemáticos locais. Os trilhos matemáticos são passeios que seguem uma rota que contempla locais de paragem onde se explora e matemática envolvente. Desde que seja um local onde se possa caminhar, é sempre possível fazer um mapa para um trilho. Um trilho matemático pode integrar, simultaneamente,

resolução de problemas, conexões matemáticas, comunicação matemática e desenvolvimento de competências num contexto significativo (English, Humble & Barnes, 2010; Richardson, 2004). Em contexto escolar, os trilhos matemáticos são, aliás, um recurso para o ensino e a aprendizagem transversal a todas as faixas etárias que podem ser vistos como extensões naturais da sala de aula numa abordagem *hands-on, minds-on* e *hearts-on* (English et. al., 2010).

De uma maneira geral os trilho matemáticos caracterizam-se por: i) serem dirigidos a todos, numa perspectiva *Matemática para todos*; ii) serem cooperativos em oposição a situações competitivas; iii) serem auto-orientados; iv) a participação dever ser voluntária; v) constituírem oportunidades para mostrar que a *Matemática está em todo o lado*; vi) serem temporários (Shoaf, Pollak & Scheider, 2004).

Para criar um trilho, existe uma fase de marcação do trilho e outra de organização do mesmo para poder ser visitado. A marcação de um trilho envolve: i) escolher uma localização; ii) definir o comprimento do trilho; iii) elaborar o mapa com itinerário e um guia com as estações, a sinalética, os materiais que o participante irá precisar em cada estação; iv) averiguar os aspetos matemáticos a explorar ao longo do percurso, elaborar os problemas/desafios/questões para cada estação, propondo diferentes níveis de dificuldade, no caso do trilho se dirigir a diferentes públicos-alvo.

A organização do trilho está normalmente associada a um trabalho realizado em equipa, por ser mais enriquecedor e proporcionar partilha e debate de ideias. Neste último caso, faz sentido a equipa ser multidisciplinar. Além disso, dependendo da situação, poderá ser útil conseguir patrocínios, fazer a avaliação da atividade e registá-la para que outros possam voltar a utilizar o trilho (Shoaf, Pollak & Scheider, 2004).

Os trilhos matemáticos podem também ser integrados na acção pedagógica de uma abordagem etnomatemática como sugere Orey (s.f.). Orey revela a possibilidade destes ambientes de educação não-formal serem propícios para explorar práticas matemáticas de determinadas culturas, além de permitirem estabelecer conexões entre ideias matemáticas utilizadas no quotidiano e as que são abordadas na educação formal e, desta forma, atribuir-lhes mais significado.

Os benefícios apontados para os trilhos matemáticos, quando realizados com objetivos de educação formal, são os de constituírem experiências de aprendizagem com possibilidade de exploração e geradoras de um ambiente de aventura. Podem abranger tópicos específicos ou relacionar diferentes temas matemáticos, assim como abranger outras disciplinas, promovendo conexões da Matemática com outras disciplinas. Tal como sugerido por Orey (s.f.) em relação ao projecto *Trilha da Matemática de Ouro Preto*, a interdisciplinaridade é uma característica destes percursos, sendo, por isso, uma extensão previsível de um trilho de Matemática para um trilho de Ciência. Além disso, não são dispendiosos, são acessíveis e fáceis de criar e (re)utilizar (Richardson, 2004).

METODOLOGIA

O presente estudo decorreu em São Tomé e Príncipe, que é um arquipélago localizado no golfo da Guiné e que cruza a linha do Equador. É constituído por 2 ilhas, ilha de São Tomé e ilha do Príncipe e alguns ilhéus com uma área total de 1001 km². A ilha de São Tomé tem uma área de 857 km². A ilha do Príncipe é uma Região Autónoma. Tem uma área de 139 km². As duas ilhas distam, aproximadamente, 150 km (Santos, 2009).

Desde 11 de Julho de 2012 que o Príncipe foi aceite na Rede Mundial de Reservas da Biosfera (RMRB) da UNESCO. Este estatuto acarreta novas responsabilidades na preservação e conservação da fauna e flora, bem como do legado cultural e histórico da ilha (Lopes, 2013). Pela recente data em que tal ocorreu, a população encontra-se ainda em fase de apropriação e de compreensão dessas dimensões.

A organização curricular do sistema de Ensino santomense contempla 12 anos de escolaridade estruturados em dois ciclos de seis anos cada um, conforme esquematizado na Figura 2 (Lei 2/2003, artigos 8.º e 10.º). O Ensino Básico é gratuito e obrigatório (Lei 2/2003, artigo 6.º). No Ensino Secundário, a 12.ª classe entrou em vigor a nível nacional no ano letivo 2012/2013 (Decreto-lei 27/2010, artigo 16.º).

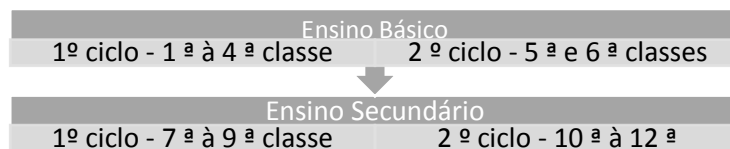


Figura 2. Estrutura curricular do ensino santomense

Dos 7542 habitantes da Região Autónoma do Príncipe, correspondentes a 4% da população nacional, mais de 3000 frequentam uma instituição de ensino, inclusive creche³.

Na Escola Secundária do Príncipe, estudam alunos desde a 7.^a à 12.^a classe, num total de 910, sendo a população estudantil do 1.º ciclo do secundário consideravelmente superior ao número de alunos do 2.º ciclo do secundário, 76% e 24%, respetivamente.

No que diz respeito às habilitações académicas dos professores do Ensino Secundário, num universo de 76 professores, 49% não têm qualquer formação a nível do Ensino Superior. Apenas 15% correspondem a professores que têm formação em ensino e que lecionam o nível para o qual têm habilitação, contudo, destes, 11% são professores em regime de cooperação ou de responsabilidade social de investimentos internacionais⁴.

Dado pretender-se descrever uma realidade e apresentar algumas perceções do ponto de vista dos seus participantes, adotou-se uma metodologia de cariz qualitativo-descritivo com suporte quantitativo.

Assim, com o objetivo de enquadrar o Trilho da Ciência no âmbito da educação científica, procedeu-se a um breve enquadramento suportado em orientações teóricas nacionais e transnacionais consideradas relevantes na temática da educação em contextos formais e não-formais. Para sistematizar as fases de conceção e implementação do Trilho de Ciência, utilizou-se uma metodologia essencialmente descritiva, tendo por base a observação participante da investigadora na coordenação do TC e a documentação oficial disponível.

Para os objetivos de investigação “avaliar o impacto que o TC teve nos seus participantes” e “identificar possibilidades de reformulação do TC”, recorreu-se, fundamentalmente, ao inquérito por questionário.

Dada a diversidade de intervenientes, houve necessidade de elaborar três inquéritos distintos por questionário. Um dirigido a alunos, outro a professores, organizadores e não organizadores, e outro dirigido aos participantes do E13. Nomeadamente o questionário foi administrado a 16 alunos participantes no TC, 3 de cada classe da 7.^a à 11.^a e um aluno da 12.^a, correspondendo a 16% dos alunos participantes no TC; 8 professores, que correspondem a 40% dos professores participantes e 7 participantes no E13, que

³ Dados obtidos na página online do Instituto Nacional de Estatística de São Tomé e Príncipe - <http://www.ine.st/2012.html>

⁴ Dados gentilmente cedidos pelo diretor da Escola Secundária do Príncipe relativos ao ano letivo 2012/2013.

correspondem a 100% desses participantes no TC. As diferentes percentagens dos grupos de participantes foram assumidas com base na informação que cada público-alvo poderia complementar com os objetivos definidos e na heterogeneidade dentro de cada público-alvo. O preenchimento dos questionários, no caso dos alunos e professores, foi presencial, no entanto, os participantes do E13 responderam ao mesmo por e-mail.

Foi solicitado um parecer escrito a um representante do poder político no sentido de existir um suporte escrito da sugestão da Secretaria dos Assuntos Sociais (SAS) do Governo da Região Autónoma do Príncipe (GRAP) para tornar permanente o trajeto do TC. Recorreu-se ainda à legislação que regulamenta o sistema educativo santomense.

A partir da análise dos dados obtidos, apresenta-se a avaliação do impacto do TC nos participantes e são sugeridas recomendações de linhas estratégicas no sentido de potencializar a utilização deste TC na ilha do Príncipe.

O PERCURSO CIENTÍFICO: TRILHO DA CIÊNCIA

O ponto de partida para a conceção, organização e implementação do Trilho da Ciência (TC) foi a conjugação de, essencialmente, três fatores. A saber:

a) 2013 foi reconhecido pela UNESCO como o Ano Internacional da Matemática do Planeta Terra. Matemática do Planeta Terra 2013 é um projeto com dimensão mundial com a missão de incentivar investigadores, educadores e o público a interpretarem o papel da Matemática nas questões do Planeta Terra, no âmbito das respetivas áreas de ação. Em Portugal, foi constituído um comité para a Matemática do Planeta Terra 2013 com representantes de diversas instituições portuguesas relacionadas com Matemática, Educação Matemática e divulgação da Ciência⁵. Neste comité, foi também integrada também a representação em São Tomé e Príncipe, assumida pela primeira autora deste estudo. Foi definida uma agenda de dinamização de atividades no âmbito da Matemática do Planeta Terra 2013, organizada por parceiros em São Tomé e Príncipe e, nomeadamente na ilha do Príncipe, na qual a Escola Secundária do Príncipe foi parceiro ativo⁶.

⁵ Dados obtidos na página online do Matemática do Planeta Terra - <http://www.mpt2013.pt>.

⁶ Dados obtidos na página online do Matemática do Planeta Terra - <http://www.mat.uc.pt/mpt2013/sao-tome-e-principe.html>

b) Historicamente a ilha do Príncipe está associada à validação experimental da Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein, nomeadamente pelas observações realizadas na Roça Sundy, por uma expedição britânica liderada pelo astrónomo Sir Arthur Eddington aquando da ocorrência do eclipse solar total de 29 de maio de 1919. Esta data é comemorada anualmente por professores da Escola Secundária do Príncipe desde o ano de 2009.

c) Entre as responsabilidades que acarreta a integração da ilha do Príncipe na Rede de RMB, estão incluídos a promoção e o desenvolvimento de “projetos que visem a formação, a educação ambiental e aplicação de modelo de um desenvolvimento equilibrado entre a natureza e o indivíduo” (Lopes, 2013, p. 4). Principalmente a desmistificação da reserva incluir não apenas a fauna e a flora, mas também o património cultural, são vertentes nas quais as escolas do Príncipe podem ter um papel fundamental na divulgação, sensibilização e apropriação desses valores pela população escolar. Neste sentido, este dado apresenta um enorme potencial para estabelecer conexões entre a Matemática, a Biodiversidade e Cultura da ilha do Príncipe com que os indivíduos contactam no seu dia-a-dia.

Uma possibilidade de integrar as três vertentes supracitadas foi delinear um percurso de educação científica. Integrado num ambiente de educação não-formal, mas com objetivos relativos à educação formal, o Trilho da Ciência (TC) tem como objetivos gerais os seguintes: i) promover interdisciplinaridade entre ciências matemáticas, físicas, naturais, ciências sociais e do desporto; ii) divulgar o episódio da verificação experimental da Teoria da Relatividade Geral (TRG) de Einstein na ilha do Príncipe; iii) despertar para o conhecimento científico contextualizado; iv) recuperar o legado da cultura científica na ilha do Príncipe v) promover informação sobre o enquadramento da ilha do Príncipe na Reserva da Biosfera.

A organização do TC, dado pretender evidenciar diferentes áreas do saber, nomeadamente ciências ambientais, exatas e sociais, foi assegurada por uma equipa multidisciplinar de professores da Escola Secundária do Príncipe. Estiveram representados professores das disciplinas de Biologia, Ciências Naturais e Educação Ambiental, Educação Física, Física, Geografia, História e Matemática. Além destes, ainda integrou a equipa o diretor da escola, um professor pertencente à equipa do Parque Natural Obô e a representante do Ano da Matemática do Planeta Terra em São Tomé e Príncipe que coordenou a iniciativa. Os

professores responsáveis pelas estações assumiram a dinamização das mesmas durante a implementação do TC.

Até ao momento, o TC teve dois momentos de implementação. A saber: i) 29 de Maio de 2013 – Comemorações do 94.º aniversário da verificação experimental da TRG na roça Sundry. O público-alvo foram os alunos do ensino secundário da escola do Príncipe, tendo participado cerca de 100 alunos de anos de escolaridade compreendidos entre a 7.ª e a 12.ª classe; ii) 5 de Novembro de 2013 – Eclipse2013: História e Ciência no Príncipe⁷. O número de participantes foi 18, 7 participantes do Eclipse2013: História e Ciência no Príncipe, doravante designado por E13, 8 professores responsáveis pelas estações, 2 professores da Escola Secundária do Príncipe, também elementos da equipa organizadora do TC, e 1 técnico do Parque Natural do Príncipe.

O estabelecimento de colaborações com instituições locais exteriores à escola, nomeadamente o Parque Natural do Príncipe; Gabinete da Reserva da Biosfera da ilha do Príncipe, Instituto de Meteorologia, Centro de Saúde; Secretaria dos Assuntos Sociais e apoio de privados, foi fundamental para tornar esta atividade exequível. Representantes do poder político do GRAP acompanharam o desenvolvimento da atividade e, posteriormente, manifestaram interesse em tornar o TC permanente.

O TC decorreu num ambiente não-formal integrado com objetivos de aprendizagem das ciências prevista na educação formal. Os contextos em que as estações do TC tiveram lugar revelaram possibilidades de estabelecimento de conexões matemáticas, bem como de aprofundar a relação desses contextos com a cultura local.

Da forte componente interdisciplinar do TC, resultam estações onde a matemática surge explicitamente relacionada com o meio envolvente ou o contexto histórico ou mesmo o tecnológico. No Trilho da Ciência, três estações relacionam a Matemática com outras saberes, nomeadamente: i) a estação 3- *como funciona o Global Positioning System -GPS?* - tem envolvidas as áreas da Física, Geografia e Matemática; ii) a estação 4 - *medir a altura*

⁷ Em 2013, a propósito de um eclipse visível na ilha do Príncipe, foi organizado um evento intitulado Eclipse2013: História e Ciência no Príncipe (E13) com o objetivo de, por um lado, promover e divulgar a Ciência e, por outro, reafirmar o legado científico da ilha do Príncipe na História das Ciências. Teve ainda a particularidade de se dirigir a toda a sociedade civil, com especial incidência nos professores, nos alunos e na comunidade científica nacional e internacional (Latas, Cardoso & Gafeira, 2013).

do Sol - envolve conhecimentos de História e de Matemática e iii) a estação 6 - *como pode um ananás estar relacionado com Matemática?* - que estabelece conexões entre a Biologia e a Matemática.

Vejamos, detalhadamente, as experiências propostas em cada uma destas estações e algumas potencialidades de estabelecimento de conexões matemáticas.

Estação 3: como funciona o GPS?

Nesta estação o desafio colocado aos alunos foi determinar, com o auxílio do GPS, as coordenadas da sua localização e identificar esse ponto no mapa num mapa da região com escala adequada para tal.

As referências de localização que foram desenvolvidas por diferentes culturas são distintas e a precisão das mesmas resulta, essencialmente, da natureza das atividades para que são utilizadas. A localização, enquanto atividade universal, proporciona o desenvolvimento de conceitos geométricos que passam por recurso à utilização de pontos coordenados, o esboço de caminhos, cartas, mapas com crescente rigor, entre outros (Ascher, 2002; Bishop, 2005). Porém, o desenvolvimento tecnológico tem respondido à determinação de uma localização cada vez com mais precisão. O GPS é disso um exemplo.

Neste sistema de posicionamento global existe um sistema de 24 satélites em órbita à volta da Terra cuja distribuição em cada momento garante que de qualquer ponto da superfície do planeta é possível receber o sinal de, pelo menos, 4 desses satélites. Para determinar as coordenadas de um ponto na superfície terrestre, precisamos da conjugação da informação dada por 4 satélites. Cada um dos satélites do GPS transmite por ondas eletromagnéticas um sinal que é recebido por um recetor na Terra (aparelho do utilizador).

Um recetor do GPS calcula a distância ao satélite emissor multiplicando a velocidade do sinal (aproximadamente 300000 km/s – a velocidade da luz) pelo tempo que o sinal de rádio levou do satélite ao recetor, e para obter este último basta determinar a diferença entre o tempo de receção e o tempo de emissão ($d = v \times t$). Essa informação localiza um lugar que está na intersecção de três superfícies esféricas imaginárias com centro em três satélites e raio igual às 3 distâncias calculadas, que surge no aparelho do utilizador com coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude). Apesar da intersecção das 3 superfícies esféricas poder ser dois pontos, apenas um deles corresponderá ao local pretendido.

Embora o funcionamento do GPS seja complexo, há aspetos do mesmo que podem ser explorados com alunos ao nível do Ensino Secundário, nomeadamente a relação entre o sinal do satélite e a superfície esférica como lugar geométrico, bem como a determinação geométrica de ponto de intersecção de três superfícies esféricas.

A contribuição da TRG aplicada ao funcionamento do GPS para o acerto do cálculo do tempo, fornecido pelos dados do 4.º satélite, para atribuir ao relógio do aparelho do recetor uma precisão igual ao relógio atómico, é uma informação que os alunos poderão entender, pela necessidade de obter coordenadas geográficas com uma precisão na ordem do nanosegundo. Tal poderá ser experimentado pela identificação de coordenadas geográficas do local a partir do GPS e de um mapa.

Estação 4: *medir a altura do Sol*

Determinar a altura de uma palmeira com auxílio do quadrante foi a experiência proposta na estação 4.

Ao relevarmos o papel da Navegação e da Astronomia na exploração e desenvolvimento de ideias matemáticas, a noção de localização torna-se um conceito fundamental. A comparação, ordenação e atribuição de uma quantificação, faz da medição uma outra atividade universal associada, em parte, à localização. Consoante a necessidade do rigor pretendido, por vezes a noção de estimativa poderá ser uma técnica suficiente (Bishop, 2005). Enquanto instrumento de medição usado em Astronomia e na Navegação, o quadrante pode ser utilizado para determinar distâncias com cálculos matemáticos que têm por base a trigonometria.

O quadrante, com a forma um quarto de círculo graduado, contém um fio-de-prumo que permite identificar o ângulo que a posição do objeto observado faz com a horizontal. A possibilidade de construção de um quadrante artesanal não nos permite o rigor de cálculo de distâncias astronómicas, contudo, poderá ser utilizado pelos alunos na determinação de distâncias inacessíveis de árvores ou edifícios, após uma estimativa inicial baseada em conhecimentos empíricos.

Estação 6: *como pode um ananás estar relacionado com Matemática?*

Num campo de ananases ao longo do percurso, os alunos estimaram o número de frutinhos (olhos) de um ananás.

O ananás é um fruto muito comum em São Tomé e Príncipe. Este fruto é uma infrutescência composta por vários frutinhos (olhos), em forma hexagonal, inseridos em torno de um eixo central e dispostos em espiral. Na planta do ananás, o padrão de distribuição das folhas ao longo do caule (filotaxia) é de $5/13$. Isto significa que existem 5 espirais em torno do caule e 13 é o número de folhas removidas nas cinco espirais até se encontrar outro rebento, o décimo quarto, que estará imediatamente acima do rebento número 1 (ver exemplo na Figura 3). Quando o ananás é formado, as hormonas alteram a filotaxia de $5/13$ nas folhas para $8/21$ no fruto. Isto significa que, regra geral, o número de colunas de cada tipo de espiral é constante, 8 espirais longas menos marcadas e 13 espirais mais curtas e inclinadas, 2 números consecutivos da sucessão de Fibonacci. Numa das séries as espirais estão numa direção e na série estão noutra direção.

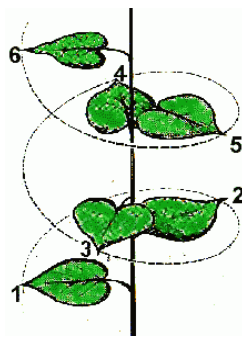


Figura 3. Filotaxia de uma planta com distribuição $2/5$.

Para estimar do número de frutinhos (olhos) de um ananás, uma estratégia é multiplicar o número de olhos de uma espiral mais longa por 8. Experimentalmente, segundo Onderdonk (1970), o erro é menor que contar o número de olhos de uma espiral menor e multiplicar por 13.

O contexto apresentado na estação 3 baseia-se na cultura globalizada, nomeadamente a tecnológica. O contexto histórico está presente na estação 4 e na estação 6 é um contexto local que é evidenciado. Em todas as estações é possível identificar processos matemáticos transversais a diferentes sociedades, como é o caso da localização e medição nas estações 3 e 4, respetivamente. Na estação 6, apela-se à identificação de regularidades a partir de uma sequência numérica. O reconhecimento da Matemática como a ciência dos padrões é

defendido por alguns autores como a essência do processo da atividade matemática (e.g. Devlin, 2002).

No quadro seguinte (Figura 4), estão sintetizados os tipos de contexto, as possíveis conexões com processos matemáticos e os respetivos objetivos de aprendizagem que esses processos envolvem.

Estações	Contexto histórico e/ou cultural	Processos matemáticos	Objetivos de aprendizagem
Como funciona o GPS?	Identificação de coordenadas a partir de mapa e de GPS	Localização (identificação de coordenadas latitude e longitude)	Determinar coordenadas geográficas a partir de um GPS; Identificar coordenadas geográficas num mapa adequado.
Medir a altura do Sol	Utilização de instrumento de navegação para efetuar medições	Medição (ângulos e aplicação de razões trigonométricas)	Conhecer o quadrante enquanto instrumento de navegação; Utilizar o quadrante.
Como pode um ananás estar relacionado com Matemática?	Plantação de ananás	Identificação de regularidades (sucessão de Fibonacci)	Evidenciar a presença de números da sequência de Fibonacci no ananás.

Figura 4. Estação do TC com objetivos de aprendizagem matemáticos

A experiência matemática proporcionada pelo TC incidiu em atividades transversais, potenciadoras do desenvolvimento de ideias matemáticas, possíveis de serem identificadas em diferentes culturas. Bishop (1997, 1997a, 2005) enumerou as seguintes atividades nestas condições: contar; medir; localizar; desenhar; jogar e explicar. Nesta perspetiva o aprofundamento com a Cultura poderá ser firmado com a recolha de dados da cultura local em relação a estas mesmas atividades universais que, nesta fase inicial, foram contextualizadas, abordadas experimentalmente, mas numa perspetiva de conhecimento, tendencialmente, global. O reconhecimento de práticas desenvolvidas por um grupo de pessoas que partilham formas de explicar, contar, localizar, motivadas pelo ambiente cultural e social em que estão inseridas é explorar a matemática cultural do grupo, ou seja, a sua Etnomatemática (D'Ambrósio, 2001). Assim sendo, o TC, enquanto contexto não-formal, revela-se propício para ser explorado numa perspetiva etnomatemática no contexto educacional. O aprofundamento de elementos culturais acrescentará, certamente, ideias

matemáticas, que poderão, ou não, coincidir com a abordagem da matemática prevista na educação formal.

Com a avaliação do TC, pretendeu-se averiguar o impacto do decorrer desta iniciativa para os participantes. Neste sentido, definiu-se como objetivo conhecer a percepção dos seus participantes relativamente ao TC, em particular, neste artigo iremos destacar: i) potencialidades educativas do TC identificadas pelos participantes, incidindo especialmente em aprendizagens matemáticas; ii) o papel do contexto reconhecido pelos participantes do TC e iii) expectativas dos participantes sobre o que poderá ser o TC no futuro. A avaliação do TC foi efetuada após as duas referidas implementações.

De seguida, apresentamos uma análise dos dados recolhidos junto dos participantes do TC, triangulada com a análise de conteúdo a que se procedeu relativamente à documentação compilada.

i) Potencialidades educativas reconhecidas pelos participantes do TC

Globalmente foram reconhecidas pelos participantes no E13 potencialidades de interdisciplinaridade e de aprendizagem das Ciências do TC,

[o TC] é um trajeto bastante interessante que não só interliga a ciência com o meio ambiente como também alerta para fenómenos naturais e científicos que ocorrem à nossa volta que por vezes não nos apercebemos da sua existência. É uma oportunidade única para alunos e professores saírem da sua zona de conforto, a sala de aula, explorar a natureza que os rodeia e aprender assim mais sobre matemática, biologia, física e geografia. (E1⁸)

No que respeita a percepções sobre aprendizagens realizadas, 100% dos alunos reconhece ter aprendido durante o TC.

Os objetivos cuja participação no TC revelam ter maior impacto no reconhecimento de aprendizagem matemática por parte dos alunos estão relacionados com a identificação de coordenadas geográficas num GPS e num mapa e a aplicação e utilização do quadrante. Nomeadamente, identificar as coordenadas geográficas e identificar situações onde faz sentido utilizar o quadrante, com percentagem de 75%; utilizar o quadrante, 56%, e determinar as coordenadas geográficas a partir de um GPS, 50%.

⁸ Participante 1 no E13

Os objetivos menos reconhecidos como aprendizagem matemática por parte dos alunos são: determinar as coordenadas geográficas a partir de um GPS; identificar a presença de números da sequência de Fibonacci num ananás, com cerca de 38% dos alunos a reconhecerem não serem capazes de desempenhar as referidas tarefas (Figura 5).

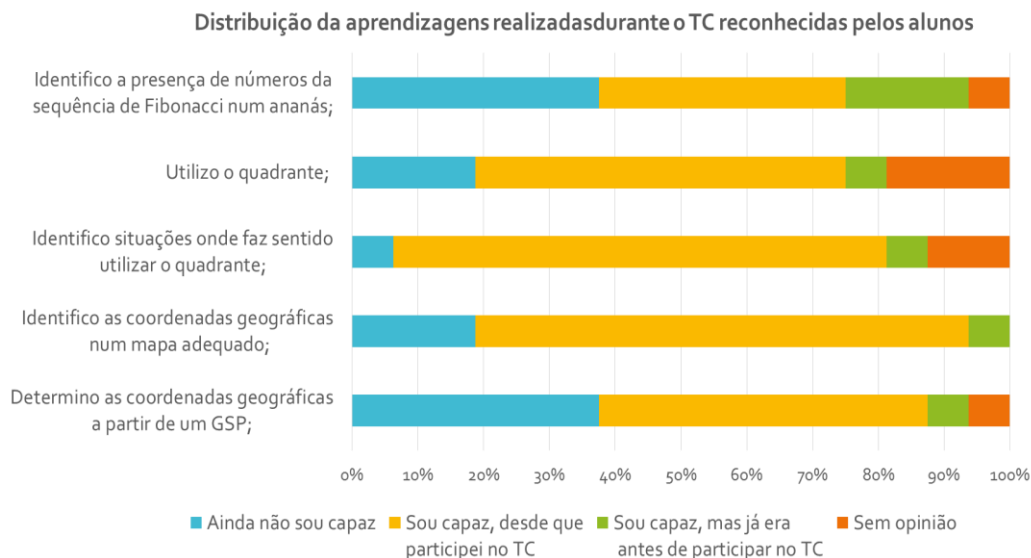


Figura 5. Aprendizagens matemáticas realizadas durante o TC reconhecidas pelos alunos

Quando inquiridos, 100% dos professores reconhece no TC potencialidades didáticas. Também houve professores que reconheceram no TC uma fonte de aprendizagem da História do Príncipe e de desenvolvimento profissional, como é evidenciado no excerto do inquérito do professor P8 (Figura 6):

Por motivo de ter adquirido mais conhecimento por parte de alguns potenciais de aprendizagem, também algumas histórias que nunca tinha tido conhecimento

Figura 6. Excerto do inquérito do professor P8 à questão 11.1.1

ii) O papel do contexto reconhecido pelos participantes do TC

O contexto surge, na avaliação dos participantes, associado à aprendizagem. Foi identificada, pelo aluno A15, a conexão que o contexto do percurso proporciona em termos

de aprendizagem aliada ao exercício físico, bem como a referência a questões da História local (Figura 7).

*O Trilho da ciência (sic) para além de voca-
particular exercícios físicos, ela engloba
a nossa história, o que aconteceu naquele lugar? Muita coisa.*

Figura 7. Excerto do inquérito do aluno A15 à questão 10.1.

O destaque da contextualização das experiências proporcionadas em cada estação foi reconhecido como um aspeto positivo que poderá ser melhorado, como sugerem alguns dos participantes do TC, nomeadamente, os participantes do E13 destacaram a integração da História e da Cultura na Ciência, bem como o contexto local.

iii) Expetativas dos participantes sobre o que poderá ser o TC no futuro
Professores e alunos referem, igualmente, a vontade de continuidade do TC. Além disso, “o interesse [pelo TC] foi tal que o Governo Regional do Príncipe decidiu tornar os trilhos numa actividade permanente” (parecer do SAS-GRAP).

Destacamos também o impacte da participação do aluno A15 que sugere que seja integrada no plano de estudos dos alunos (Figura 8):

*O TC deveria estar no plano do nosso ensino,
participar toda as idades*

Figura 8. Excerto do inquérito do aluno A15 à questão 11.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Trilho da Ciência constitui um contexto/ambiente não-formal de educação científica articulado com objetivos de aprendizagem previstos na educação formal. A conceção e implementação do mesmo proporcionou um diálogo entre Escola, o poder político da Região Autónoma do Príncipe e estabeleceu parcerias sociais que contribuíram conjuntamente para o resultado final conseguido. Este poderá ser um exemplo de contexto potencializado para a aprendizagem das ciências. Na verdade, a investigação sobre a aprendizagem da ciência em contextos não-formais tem revelado tendências favoráveis à aprendizagem (Osborne & Dillon, 2007).

A avaliação do TC, obtida a partir das percepções dos seus participantes, foi favorável à continuidade do mesmo. Contudo, foram identificadas algumas tendências que poderão contribuir para melhorar o TC.

A diferenciação de objetivos de aprendizagem e desafios em cada estação, adequadas à faixa etária e interesses dos participantes, poderá ser recurso à atividade dos professores como forma complementar à educação formal, conforme defendem Osborne e Dillon (2007) e Rodrigues (2011). Além disso, alargar o leque de oferta de experiências de aprendizagem pode constituir, de acordo com Faria e Chagas (2012) e Rodrigues (2011), uma possibilidade de despertar o interesse dos alunos pela Ciência.

Professores e alunos reconhecem potencialidades em associar a aprendizagem a contextos culturais e familiares para os alunos. Aliás, a contextualização pode potencializar a compreensão das aprendizagens realizadas (Osborne & Dillon, 2007).

O contexto em que decorreu o TC foi um ponto forte destacado na avaliação do mesmo, nomeadamente, pelo interesse atribuído à nota histórica.

O contexto histórico mostrou também ser uma mais-valia, no sentido de contribuir para um contacto mais próximos de alunos e professores com um episódio histórico decorrido na ilha e associado à História da Ciência e, por isso, contribuir como contexto potencial para a valorização da História da ilha do Príncipe. Esta é aliás uma característica evidenciada por Orey (s.f.), quando refere o enquadramento histórico de Ouro Preto na trilha matemática desta cidade.

Neste sentido, o Trilho da Ciência pode ser entendido como uma forma de despertar para uma aprendizagem contextualizada e com significado. No entanto, será de garantir que os ambientes/contextos de aprendizagem não-formal não percam as suas características de abertura, transformando-se em estruturas formais.

Neste sentido, é desejável aprofundar a relação entre Matemática e Cultura, nomeadamente ao nível da valorização de práticas locais, independentemente de estarem associadas a objetivos matemáticos exigidos nos programas escolares. Para isso reconhece-se como próximo passo potenciar a matemática envolvida desta vez com base na relação entre matemática local e global.

REFERÊNCIAS

- Ascher, M. (2002). *Mathematics elsewhere. An exploration across cultures*. New Jersey: Princeton University Press.
- Bishop, A. J. (1997). Educating the mathematical enculturators. (Comunicação apresentada em ICMI China Regional Conference, Shanghai, China, Agosto 1994). *Papua New Guinea Journal of Teacher Education*. 4(2), 17-20.
- Bishop, A. (1997a). *Mathematical enculturation – a cultural perspective on Mathematics Education*. 3.^a ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bishop, A. (2005). *Aproximación sociocultural a la educación matemática*. Colombia: Universidad del Valle.
- Boaler, J. (1993). The role of contexts in the mathematics classroom: do they make mathematics more “real”? *For the Learning of Mathematics*, 13(2), 12-17.
- D’Ambrósio (2001). Etnomatemática: Elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica.
- Devlin, K. (2002). *Matemática, a Ciência dos Padrões*. Porto: Porto Editora.
- English, L., Humble, S. & Barnes, V. (2010). Trailblazers. *Teaching Children Mathematics*, 16(7), 402-409.
- Faria, C., & Chagas, I. (2012). School-visit to a science center: students interaction with exhibits and the relevance of teachers’. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 11(3), 582–594.
- Gerdes, P. (1992). *Sobre o despertar do pensamento geométrico*. Curitiba: Universidade Federal de Panamá.
- Gerdes, P. (2007). *Etnomatemática - Reflexões sobre a diversidade cultural*. Ribeirão: Edições Húmus.
- Gilbert, J. K. (2013). Science education through contexts: is it worth the effort? In Mike Watts (Ed.). *Debates in Science Education - Chapter 2* (pp 145-15). New York: Routledge.
- Latas, J. (2011). *O reconhecimento e a exploração da Matemática cultural: uma abordagem etnomatemática com alunos do 7.º ano de escolaridade*. Tese de Mestrado. Universidade de Évora.
- Latas, J., Cardoso, L, Gafeira, R. (2013). O Sol eclipsado. *Educação & Matemática*, 125, 58-59.
- Lopes, P. (2013). *Gabinete de gestão da reserva da biosfera do Príncipe: relatório*. Santo António: Reserva mundial da biosfera da ilha do Príncipe. (documento não publicado).
- Moreira, D. (2002). Educação Matemática, comunidades e mudança social. Em D. Moreira, C. Lopes, I. Oliveira, J. M. Matos & L. Vicente, *Matemática e Comunidades – A diversidade social no ensino-aprendizagem da Matemática* (pp. 9-25). Lisboa: I.I.E. e S.P.C.E..

Latas, J., & Rodrigues, A. (2015). Trilho da Ciência: um percurso de Educação Científica na ilha do Príncipe. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 53-75.

Moreira, D. (2008). Educação matemática para a sociedade multicultural. Em P. Palhares (coord.). *Etnomatemática – Um olhar sobre a diversidade cultural e a aprendizagem da Matemática* (pp. 47 – 65). Ribeirão: Edições Húmus.

NCTM (2007). *Princípios e normas para a Matemática escolar*. Lisboa: APM.

Orey, D. (s.f.). *Projeto: a Trilha Matemática de Ouro Preto como ação pedagógica*. Retrieved 10 Outubro 2014, from <https://sites.google.com/site/trilhadeouorpreto/>.

Osborne, J., & Dillon, J. (2007). Research on Learning in Informal Contexts: Advancing the field? *International Journal of Science Education*, 29(12), 1441–1445. doi:10.1080/09500690701491122.

Onderdonk, P. (1970). Pineapples and Fibonacci numbers. *The Fibonacci Quarterly*, 8(5), 507-508.

Richardson, K. M. (2004). Designing math trails for the elementary school. *Teaching Children Mathematics*, 11(1), 8-14.

Rodrigues, A. (2005). *Ambientes de Ensino Não Formal de Ciências : Impacte nas Práticas de Professores do 1º CEB*. Universidade de Aveiro. Retrieved from <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/1278/1/2005001754.pdf>.

Rodrigues, A. (2011). *A educação em ciências no Ensino Básico em ambientes integrados de formação*. Universidade de Aveiro. Retrieved from <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/7226/1/5603.pdf>.

Santos, A. (2009). *S. Tomé e Príncipe: problemas e perspectivas para o seu desenvolvimento*. Lisboa: edições colibri.

Shoaf, M., Pollak, H. & Scheider, J. (2004). *Math trails*. Lexington: COMAP.

UNESCO (2012). *Challenges in basic mathematics education*. Paris: UNESCO.