

***Applets* como artefactos de mediação semiótica na formação inicial de professores na Licenciatura em Educação Básica**

Applets as artefacts of semiotic mediation in preservice elementary teacher education

Sónia Martins

Centro de Investigação em Educação, Universidade da Madeira

Portugal

soniam@staff.uma.pt

Resumo. Assumindo que o reconhecimento do potencial de um determinado artefacto desempenha um papel fundamental na planificação de atividades que contemplem o seu uso, este artigo tem como objetivo caracterizar a prática da utilização de *applets* numa unidade curricular da formação inicial de professores do 1.º ciclo. O principal intuito pautou-se por se compreender em que medida a identificação por parte dos estudantes do potencial semiótico dos *applets* usados pode propiciar o uso eficiente destes recursos na planificação de abordagens didáticas, visando a aprendizagem matemática. A metodologia adotada é qualitativa, assente num paradigma metodológico de *design research*, com a participação de 20 estudantes da licenciatura em educação básica e uma investigadora. Os dados foram recolhidos tendo por base as notas de campo produzidas pela investigadora e os relatórios desenvolvidos pelos estudantes, em grupo ou individualmente. Os dados evidenciam que as atividades desenvolvidas permitiram aos futuros professores analisar o potencial semiótico de diferentes *applets*, identificando o conhecimento e procedimentos matemáticos produzidos com o seu uso e a influência que a abordagem metodológica e o posicionamento do professor assumem na construção desse conhecimento. Essa análise contribuiu para que os futuros professores perspetivassem as suas próprias abordagens ao uso de *applets*, equacionando essas duas dimensões: o potencial trazido pelo *applet* para a evocação do conhecimento matemático e a relevância da abordagem didática orquestrada para o seu uso.

Palavras-chave: mediação semiótica; *applets*; aprendizagem matemática; formação inicial de professores.

Abstract. Assuming that the recognition of the potential of a given artefact plays a crucial role in the planning of activities that contemplates its use, this paper aims to characterize the practice of using applets in a curricular unit of elementary teachers' course. The main purpose is to understand to what extent students' identification of the semiotic potential of the applets used can facilitate the efficient use of these resources in the planning of didactic approaches, aiming mathematics' learning. The research methods are qualitative, based on a design research paradigm, with the participation

of 20 students in basic education course and one researcher. Data were collected based on the field notes produced by the researcher and on the students' works, developed in groups or individually. Data show that the activities developed allowed future teachers to analyze semiotic potential of several applets, identifying the knowledge and the mathematical procedures produced with its use and the influence that the methodological approach and that teachers' orchestration assume in the construction of that knowledge. That analysis was important for students to create their own approaches to applets' use, by assuming those two dimensions: the potential brought by the applet to evoke mathematical knowledge and the relevance of the didactical approach orchestrated for its use.

Keywords: semiotic mediation; applets; mathematics' learning; initial teacher education.

Recebido em janeiro 2020

Aceite para publicação em junho de 2020

Introdução

Num ambiente cada vez mais permeado por tecnologia é urgente refletir sobre quais os artefactos tecnológicos que evidenciam um maior potencial para a aprendizagem da matemática e quais as metodologias que melhor se adequam a esse propósito. Julga-se ser consensual afirmar que as tecnologias podem efetivamente revolucionar o modo como se aprende, contudo, “... têm de estar integradas no currículo, constituindo um meio para [uma] melhor aprendizagem” (Galvão, Ponte, & Jonis, 2018, p. 28).

O conhecimento de novas formas de aprendizagem e a consciência sobre as potencialidades oferecidas pelo uso da tecnologia influenciam indiscutivelmente a profissão de professor. Neste sentido, a formação inicial de professores deverá contemplar experiências nas quais os futuros professores perspetivam o uso de artefactos tecnológicos como ferramentas que potencialmente contribuem para o ensino e a aprendizagem.

O estudo sobre a mediação com o uso de tecnologias, fundamentado principalmente no pensamento de Vygotsky (1978), tem provocado inúmeras reflexões que contribuem para a compreensão do uso da tecnologia na perspetiva de situações instrumentadas e socialmente construídas do conhecimento (Peixoto & Carvalho, 2011). Mais recentemente, com a difusão da Internet e com o uso de dispositivos móveis, tem-se assistido a um crescente interesse pela compreensão dos possíveis contributos oferecidos pelo uso de aplicativos móveis – *applets* – para o ensino e aprendizagem da matemática (Andrade, 2014; Daher, 2009; Oliveira, 2014).

A Teoria da Mediação Semiótica (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008) tem prestado um especial contributo para o estudo do uso do artefacto, como elemento chave para fazer emergir o conhecimento matemático. De acordo com esta perspetiva, a relação entre o conhecimento matemático e o uso de um determinado artefacto pelo aluno para realizar

uma tarefa pode ser considerada segundo duas vertentes: por um lado, a ideia de que os alunos ao usarem o artefacto para realizarem a tarefa constroem significados pessoais e, por outro, a perspectiva do *expert* (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008), neste caso o professor, que reconhece conhecimento matemático no uso do artefacto pelos alunos.

No presente artigo relata-se uma investigação desenvolvida no contexto de uma experiência de formação com estudantes (futuros professores e educadores) na unidade curricular de Didática Específica de Matemática, do 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica da Universidade da Madeira, na qual foram utilizados *applets*, visando a aprendizagem de conceitos matemáticos. A investigação teve como principal objetivo caracterizar a prática da utilização de *applets*, com o intuito de se compreender em que medida a identificação por parte dos estudantes do potencial semiótico (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008) dos *applets* pode propiciar o uso eficiente destes recursos tecnológicos na planificação de abordagens didáticas, visando a aprendizagem da matemática.

Mediação semiótica dos artefactos

A construção e uso de artefactos, sejam estes físicos ou conceptuais, parece caracterizar toda a atividade humana e há muito tem sido alvo de particular interesse no campo educacional, particularmente quando se pretende compreender o seu papel na construção do conhecimento.

Vygotsky (1978) postulou que a chave para a compreensão dos processos mentais reside no estudo da forma como os indivíduos participam e se apropriam das práticas sociais em que participam. Uma das ideias centrais é o conceito de mediação que assenta no pressuposto de que os processos sociais e psicológicos humanos se formam através de ferramentas ou artefactos culturais, que medeiam a interação entre indivíduos e entre estes e os seus envolvimentos físicos.

Uma ferramenta mediadora representa muito mais do que algo que está a ser utilizado na interação entre o sujeito e o objeto. A ferramenta mediadora corresponde ao artefacto que "(...) dá poder no processo de transformação dos objetos, que o torna significativo, 'algo' com o qual se pensa" (Piteira & Matos, 2000, p. 62).

Na atividade matemática escolar, a introdução de artefactos tecnológicos como ferramentas de mediação no processo de aprendizagem matemática alterou a forma como determinadas tarefas e procedimentos matemáticos passaram a ser realizados. A forma como, por exemplo, se constroem e relacionam objetos geométricos é consideravelmente distinta se utilizarmos ferramentas físicas (lápiz, régua, compasso...) ou um *software* de geometria dinâmica.

A mediação dos artefactos assenta em duas ideias basilares, profundamente conectadas. Por um lado, a ideia de que quando uma nova ferramenta passa a ser incorporada como um instrumento de mediação numa determinada atividade, ela tem o poder de alterar essa

atividade. Por outro, é também importante salientar que as ferramentas de mediação são criadas e transformadas durante o desenvolvimento de uma atividade e carregam consigo uma cultura particular, isto é, os vestígios históricos desse desenvolvimento.

Vygotsky (1978) distinguiu os instrumentos e os signos como elementos ou ferramentas de mediação. Os instrumentos, ao se interporem entre o homem e o mundo, ampliam as possibilidades de transformação da natureza. Por exemplo, um machado permite um corte mais afiado e preciso, um recipiente facilita o armazenamento de água e um registo escrito permite o posterior acesso a uma determinada informação. O signo tem uma função análoga à do instrumento, porém age como uma ferramenta da atividade psicológica. Como tal, o signo é exclusivamente humano. No exemplo acima referido, do instrumento ser uma nota escrita numa folha de papel, a linguagem utilizada nesse registo é toda ela composta de signos.

Tendo por base a ideia de mediação proposta por Vygotsky (1978) e os estudos dos seus sucessores, muitos são os autores que, no campo da Educação Matemática, se têm dedicado, nas últimas décadas, à compreensão do processo que “... starts with the use of an artifact to accomplish a task and leads to the learning of a particular mathematical content” (Drijvers, Kieran & Mariotti, 2009, p. 116).

Na Abordagem Instrumental proposta por Rabardel (1995) é feita a diferenciação entre artefacto e instrumento. De acordo com Rabardel, o artefacto corresponde ao objeto material, ou simbólico, *per se*. Por sua vez, o instrumento é uma entidade mista que engloba as componentes do artefacto como objeto, criado para desempenhar uma determinada função, e os esquemas de utilização que são próprios e específicos do sujeito que o utiliza.

A denominação de instrumento acarreta a forma particular com que cada indivíduo utiliza um determinado artefacto (Rabardel, 1995). Assim, o instrumento não é unicamente entendido no sentido prático do seu uso, mas como um elemento que leva em consideração o sujeito que o utiliza, sendo enfatizado o facto de no processo de apropriação de um artefacto existir uma modificação no sujeito, tanto a nível cognitivo, como comportamental.

O processo pelo qual o artefacto se transforma em instrumento, quando a ele são agregadas funcionalidades e esquemas de utilização pelo sujeito, é denominado de Gênese Instrumental por Rabardel (1995). A ideia central é a de que cada sujeito associa ao instrumento esquemas particulares de utilização, fruto das experiências ou do conhecimento específico de cada um. Desta forma, o instrumento é próprio e específico de cada indivíduo, na medida em que um mesmo artefacto se transforma num instrumento distinto consoante o indivíduo que o utiliza. Na associação desses esquemas particulares de uso do instrumento emergem signos também eles pessoais e particulares.

Bartolini Bussi e Mariotti (2008) definem o potencial semiótico de um artefacto como a dupla relação que pode ocorrer entre um artefacto e, por um lado, os significados pessoais que emergem de seu uso para realizar uma tarefa (atividade instrumentada) e, por outro,

os significados matemáticos evocados pelo seu uso e reconhecidos como Matemática por um especialista.

Para melhor entender este conceito, Mariotti e Maffia (2018) dão o exemplo da utilização de um compasso ou da combinação de um lápis e da base de um copo cilíndrico, para a construção de uma circunferência. Quando usados para desenhar a circunferência, ambos os artefactos produzem uma linha 'circular' e por este motivo ambos relacionam e evocam o mesmo conceito matemático, uma circunferência. Contudo, apesar do produto final ser o mesmo, ao comparar os gestos colocados em ação pelo sujeito, observa-se que o procedimento seguido é completamente diferente e evoca elementos e propriedades geométricas bastante distintas. De acordo com Rabardel (1995), existe uma distinção não só entre o objeto físico utilizado (o artefacto) mas também no procedimento que é usado para realizar a tarefa (esquema de utilização).

Considerando a combinação de um artefacto e o seu esquema de utilização, é possível identificar significados matemáticos específicos que podem ser evocados pelo uso desse mesmo artefacto. Quanto ao uso do copo e do lápis, o esquema de utilização concentra-se no movimento circular da mão segurando o lápis. Isso leva à regularidade da forma específica que, para um especialista, pode evocar a propriedade geométrica que define uma circunferência. No caso do compasso, o esquema de utilização concentra-se na presença de um ponto especial onde a ponta do primeiro braço é fixada, na distância entre os dois braços do compasso e a invariância de tal alargamento para se traçar a circunferência. Para um especialista, tudo isto pode evocar a noção de centro, de raio, bem como a propriedade de invariância da distância entre o centro e qualquer ponto da circunferência. Parece claro que, dependendo de qual dos dois artefactos é usado para construir uma circunferência, diferentes significados matemáticos são evocados, ou seja, os dois artefactos têm nitidamente um potencial semiótico diferente.

Orquestração instrumental

A análise e reconhecimento, por parte de um professor, do potencial semiótico de um artefacto desempenha um papel fundamental na planificação de atividades que contemplem o seu uso. Segundo Mariotti (2009), mesmo que o reconhecimento desse potencial não seja uma tarefa fácil, constitui um elemento basilar no desenvolvimento de qualquer planificação didática que envolva artefactos. No que diz respeito ao uso de artefactos tecnológicos na aula de matemática, a análise ao potencial semiótico permitirá ao professor não só optar pelas ferramentas que apresentam maiores contributos para a aprendizagem matemática dos alunos, como também refletir sobre as abordagens didáticas que permitam que o conhecimento matemático proporcionado pelo uso do artefacto esteja ao alcance dos seus alunos.

A Teoria da Mediação Semiótica proposta por Bartolini Bussi e Mariotti (2008) apresenta um modelo para a compreensão da mediação do artefacto onde, de uma perspectiva educacional, a mediação humana (Kozulin, 2003) é trazida à discussão, remetendo para o papel crucial da ação do professor no processo de mediação do artefacto para a aprendizagem matemática do aluno que o utiliza.

Tomar uma perspectiva semiótica do uso de artefactos implica colocar o foco na produção de signos e no processo de transformação desses signos, considerando essa transformação como “... an evidence of learning” (Mariotti & Maffia, 2018, p. 53). Assim, adotar a Teoria da Mediação Semiótica na planificação didática de atividades matemáticas implica reconhecer o papel central dos signos, tomando a construção do conhecimento matemático como uma evolução dos significados enraizados no uso do artefacto pelo aluno para significados explicitamente reconhecidos como sendo significados matemáticos. Neste processo de transformação, a ação do professor desempenha um papel fulcral na promoção de ciclos didáticos (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008; Mariotti & Maffia, 2018), concebidos para explorar o potencial semiótico do artefacto. Cada ciclo é constituído por atividades específicas (Figura 1), sendo que cada atividade contribui de forma distinta para o processo de mediação semiótica.

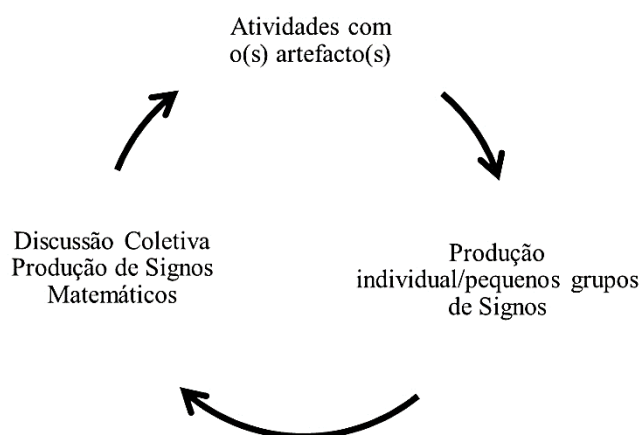


Figura 1. Ciclo Didático (adaptado de Mariotti & Maffia, 2018, p. 53)

De acordo com Mariotti e Maffia (2018) as atividades com o artefacto constituem a fase inicial do ciclo e consistem em atividades propostas aos alunos com o propósito de que proporcionem a emergência de signos (palavras, esboços, gestos) cujos significados se referem ao uso do artefacto, mas relacionam-se com os significados matemáticos que se pretende que os alunos aprendam. A produção espontânea de signos pessoais, relacionados com significados pessoais, emergem da realização da tarefa, individualmente ou em pequeno grupo, na qual os alunos usam o artefacto. Os registos escritos (em particular palavras) assumem especial relevância nesta fase pois começam a destacar-se da contingência da ação situada com o uso do artefacto. Além disso, as produções escritas

podem tornar-se objetos de discussão no passo seguinte do ciclo, isto é, no trabalho coletivo. A discussão coletiva assume grande importância pois, neste momento, várias soluções e abordagens são discutidas, comentadas e desenvolvidas. A intervenção dos alunos é coordenada pelo professor com o propósito de promover a negociação de signos matemáticos comuns, explorando as potencialidades semióticas advindas do uso do artefacto.

A ação sistémica e intencional do professor no processo de mediação do artefacto para a produção de conhecimento pelo aluno é definida por Drijvers et al. (2010) como *orquestração instrumental*. São considerados três elementos: a configuração didática – na qual o professor seleciona os artefactos e a configuração do ambiente/contexto de ensino; o modo de exploração – forma como a tarefa será implementada, o papel desempenhado pelos artefactos e os esquemas de utilização e técnicas que serão desenvolvidos pelos alunos com o uso dos artefactos; e finalmente o desempenho didático – as decisões e ações que o professor irá desempenhar no momento de implementação da tarefa. O desempenho didático acarreta a tomada de decisões face à imprevisibilidade do que poderá acontecer com a implementação da tarefa e com o uso do artefacto.

A orquestração instrumental (Drijvers et al., 2010) está intimamente ligada com a projeção dos ciclos didáticos (Mariotti & Maffia, 2018) acima descritos. Ambos os processos enfatizam a relevância da orquestração do professor no *design* e implementação de tarefas nas quais o artefacto é utilizado para a produção de conhecimento por parte do aluno.

Metodologia de investigação

Esta investigação tem como principal objetivo caracterizar a prática da utilização de *applets* na unidade curricular de Didática Específica da Matemática do curso de Licenciatura em Educação Básica da Universidade da Madeira, com o intuito de se compreender em que medida a identificação por parte dos estudantes do potencial semiótico (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008) dos *applets* pode propiciar o uso eficiente destes recursos tecnológicos na planificação de abordagens didáticas, visando a aprendizagem da matemática.

Atendendo à natureza do que se pretendeu compreender, adotou-se uma metodologia qualitativa, tendo sido dada particular relevância ao processo e não ao produto das ações desenvolvidas pelos participantes (Bogdan & Biklen, 1994). Assim, foi importante analisar as atividades desenvolvidas no sentido de se compreender a forma como os estudantes se apropriaram dos *applets* utilizados e equacionaram possíveis ciclos didáticos (Mariotti & Maffia, 2018) concebidos para explorar o potencial semiótico dos mesmos na aula de matemática. Como pano de fundo, foram analisados os ciclos didáticos desenhados e implementados pela docente da unidade curricular, autora deste artigo. Os ciclos didáticos orquestrados na unidade curricular em apreço referem-se ao trabalho em torno de três tarefas, nas quais foram utilizados materiais manipuláveis e *applets*. Os ciclos didáticos

seguiram o padrão de atividades preconizado por Bartolini Bussi e Mariotti (2008), no qual são propostas tarefas para serem desenvolvidas, individualmente ou em pequeno grupo, com o artefacto, seguidas de momentos de discussão coletiva. Pretendeu-se que esses momentos contribuíssem para a produção dos signos matemáticos, tendo por base os signos pessoais produzidos pelos estudantes com o uso do artefacto no desempenho das tarefas.

Nesta experiência, os momentos de discussão coletiva pautaram-se, igualmente, por uma preocupação em fomentar a discussão acerca do contributo do artefacto para a produção dos referidos signos matemáticos, ou seja, fomentar a análise por parte dos estudantes ao potencial semiótico dos artefactos usados nas diferentes tarefas.

O estudo realizado adotou os pressupostos de um paradigma metodológico de *design research* (Bereiter, 2002) na medida em que se procurou, de uma forma intervencionista, estudar uma situação emergente no campo educacional, como seja o uso de aplicativos móveis como ferramenta para ensinar e aprender matemática. Assim, concebeu-se o estudo numa dinâmica de *investigação na/pela ação*, na perspectiva de Amado (2017). Esta opção deveu-se ao facto de se pretender, com o estudo, responder a três desafios: produzir conhecimento (objetivos de investigação), introduzir mudança (objetivos de inovação) e formação de competência nos participantes (objetivos de formação).

A observação participante assumiu-se não só como um instrumento fundamental na recolha dos dados, pois permitiu à investigadora perceber de uma forma holística a prática da utilização de *applets* na unidade curricular em análise, mas também um método importante para que pudesse "... manter sempre um grau de interação com a situação estudada, afetando-a e sendo por ela afetad[a]" (Amado, 2017, p. 155).

A participação da investigadora nas atividades desenvolvidas permitiu-lhe intervir no processo de renegociação dos significados dos participantes no que se refere ao uso de *applets* e propiciar a emergência de novas necessidades para os futuros professores que desenvolviam as suas atividades neste contexto específico.

Além das notas de campo emergentes da observação participante, foram também considerados como fonte de dados, os trabalhos desenvolvidos pelos estudantes. Esses trabalhos não foram unicamente analisados enquanto produto final das atividades desenvolvidas, foi igualmente alvo de análise o percurso dos estudantes ao longo da sua consecução, uma vez que existiram aulas dedicadas ao acompanhamento na realização dos mesmos.

O foco central deste estudo foi compreender em que medida as atividades desenvolvidas contribuíram para a identificação, pelos estudantes, do potencial semiótico (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008) dos *applets* usados. A análise que aqui se apresenta irá focar-se em dois aspetos distintos. Por um lado, analisa-se a atividade dos estudantes quando envolvidos na realização de três tarefas, nas quais utilizaram *applets* e refletiram acerca do seu potencial.

Por outro, analisam-se os relatórios desenvolvidos pelos estudantes, nos quais apresentam a seleção de um *applet* e a planificação de abordagens didáticas ao seu uso.

Uma vez que os signos que emergem do uso de um artefacto pelo sujeito são pessoais, os dados foram analisados tendo em conta os desempenhos dos estudantes, no que se refere aos esquemas de utilização associados ao uso dos artefactos (Rabardel, 1995). Assim, foi importante compreender o processo de transformação dos artefactos (*applets*) em instrumentos, procurando evidência das funcionalidades específicas atribuídas pelos estudantes aos artefactos, bem como os signos matemáticos produzidos com o seu uso. Além disso, atendendo a que a orquestração instrumental (Drijvers et al., 2010) pressupõe três elementos essenciais – a configuração didática, o modo de exploração e o desempenho didático – salienta-se que foram esses três aspetos que orientaram a análise dos ciclos didáticos apresentados pelos estudantes nos relatórios produzidos.

Os participantes neste estudo foram os 20 estudantes do 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica da Universidade da Madeira, no ano letivo 2018-2019.

O ciclo de estudos orientado para a obtenção do grau de licenciado em Educação Básica na Universidade da Madeira compreende seis semestres, sendo concedido o grau a quem nele obtiver 180 unidades de ECTS (*European Credit Transfer System*). Este curso visa proporcionar uma formação coerente nas áreas científica, artística, técnica e pedagógica, promovendo práticas profissionais em contextos formais e não formais, com o objetivo de capacitar os estudantes para o desempenho de atividades profissionais no âmbito da ação educativa. A conclusão desta licenciatura permite o acesso ao 2.º ciclo de estudos, que oferece a habilitação profissional para a docência nos níveis da Educação de Infância e do 1.º ciclo do Ensino Básico.

A unidade curricular de Didática Específica da Matemática, lecionada no 2.º semestre do último ano da licenciatura, tem como principal objetivo o desenvolvimento da capacidade de análise e reflexão sobre situações de ensino-aprendizagem, permitindo em última instância que os estudantes consigam planificar abordagens didáticas visando a aprendizagem de diferentes temas do currículo da disciplina de Matemática, onde equacionam os recursos e metodologias de ensino mais adequadas.

Nesta unidade curricular, os estudantes realizam dois trabalhos. Um deles, cuja realização pode ser individual ou em grupo, consiste na seleção e exploração de um *applet*, de entre um conjunto sugerido na disciplina, ou outros que considerem contribuir para a aprendizagem matemática. Dado o *applet* selecionado, devem elaborar um relatório analítico acerca do mesmo. A apreciação crítica deverá focar o potencial e as limitações do seu uso na aula de matemática. Os estudantes são desafiados a refletir sobre a dinâmica de aula que adotariam se pretendessem utilizar o referido *applet*, focando as metodologias de trabalho adotadas e o possível uso de outros recursos em complemento ao mesmo.

As atividades desenvolvidas na unidade curricular, em particular o desenvolvimento do trabalho acima referido, procuraram criar um contexto facilitador da apropriação, por parte dos estudantes, dos recursos e metodologias de trabalho a serem utilizados na aula de matemática, numa perspectiva de inovação.

Mais especificamente, no que diz respeito ao uso de artefactos tecnológicos (p.e. *applets*) o trabalho centrou-se na análise do potencial semiótico dos mesmos e da projeção de possíveis ciclos didáticos para o uso destes artefactos na aula de matemática. Esta intencionalidade, que sustentou a natureza das atividades propostas e a reflexão acerca do trabalho desenvolvido, não foi expressa aos participantes nos moldes teóricos que sustentaram a opção didática, isto é, os pressupostos inerentes à Teoria da Mediação Semiótica não foram discutidos com os alunos.

Análise da mediação semiótica de *applets* na formação inicial de professores

O foco analítico centrou-se em duas dimensões da prática: a atividade dos estudantes quando se envolveram em tarefas com recurso a *applets* e a planificação das suas próprias abordagens didáticas ao seu uso. A seguir apresenta-se a atividade desenvolvida aquando da exploração de tarefas para a aula de matemática.

1.º momento: Jogo do NIM

Neste primeiro momento, o *applet* foi utilizado como recurso complementar ao desenvolvimento de um jogo que, inicialmente, foi realizado sem tecnologia. Foi uma estratégia didática intencionalmente adotada pela investigadora, uma vez que pretendia que os estudantes refletissem acerca da dinamização do jogo e conseqüente emergência de signos matemáticos subjacentes à estratégia ganhadora, quando mediado, ou não, por tecnologia.

O Jogo do NIM é um jogo no qual se distribuem sobre uma mesa N objetos, dispostos em conjuntos com um número distinto de elementos cada. Durante o jogo dois jogadores jogam alternadamente, retirando um número não nulo de objetos de um dos conjuntos à sua escolha. Foi proposto aos estudantes que cada dupla usasse no máximo 20 objetos (foram utilizadas pedrinhas), agrupados em três conjuntos, com cardinal distinto. Durante o jogo dois jogadores jogaram alternadamente, retirando um número não nulo de pedrinhas de um dos conjuntos à sua escolha. Ganhava o jogador que retirasse a última pedra.

Para iniciar o jogo sugeriu-se que os estudantes, em duplas, simulassem um jogo em que eram utilizadas 15 pedrinhas distribuídas em três grupos (Figura 2).

Este momento foi importante para que os estudantes esclarecessem possíveis dúvidas acerca das regras do jogo. Também foi aproveitado para discutir e criar, no grande grupo,

uma estratégia de registo das jogadas. Utiliza-se o terno (3,5,7) para aludir à situação inicial acima proposta.



Figura 2. Situação inicial do jogo

Após ter sido dado algum tempo para os estudantes jogarem vários jogos, com a situação de partida (3,5,7), a docente foi desafiando os pares na apresentação de possíveis estratégias ganhadoras. Numa fase inicial, alguns estudantes referiram que o jogador que iniciou o jogo seria sempre o ganhador, outros consideraram que ganhava sempre o segundo a jogar. A docente acompanhou diferentes jogos e analisou com os estudantes se essa era uma ocorrência efetiva. Os estudantes concluíram que não. Aperceberam-se que quando estavam numa fase do jogo em que possuíam dois conjuntos de objetos seria fácil um dos jogadores ter a possibilidade de se posicionar como vencedor, deixando o outro sempre numa posição de perdedor. Concluíram que se os dois conjuntos tivessem um número diferente de objetos, o jogador que jogasse a seguir ganharia se igualasse os conjuntos, e a partir daí bastaria copiar a jogada do adversário.

As conjeturas acima descritas resultaram da análise feita às jogadas emergentes, sem que para tal existissem conexões com os significados matemáticos subjacentes às mesmas. Para que esses significados matemáticos ganhassem visibilidade foi importante a discussão feita no grande grupo, numa fase posterior, onde se procurou discutir qual a estratégia vencedora a assumir desde o início do jogo. Para tal, foram analisadas no grande grupo diferentes jogadas no sentido de que os signos matemáticos subjacentes à estratégia ganhadora pudessem assumir visibilidade.

Gradualmente os estudantes foram se apercebendo que existia uma ligação entre as jogadas e os números pares, mas não com todos os números pares. A exploração no grande grupo foi conduzida através da análise da decomposição do cardinal dos conjuntos em potências de base dois. Os estudantes concluíram que a estratégia ganhadora consistia em deixar um número par de potências de base dois com o mesmo expoente. Por exemplo, na jogada inicial (Figura 3) com o terno (3,5,7), temos $3 = 2^0 + 2^1$; $5 = 2^0 + 2^2$ e $7 = 2^0 + 2^1 + 2^2$. Assim, uma boa jogada seria retirar uma pedrinha de qualquer um dos conjuntos de modo a deixar, na mesa, pares de potências de base 2.

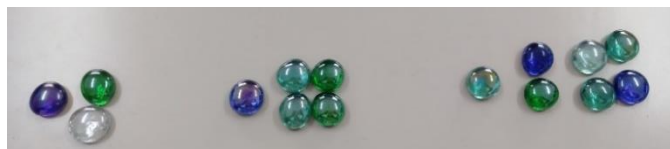


Figura 3. Potências de base 2 na situação inicial

A discussão no grande grupo foi importante para que os estudantes, através da comunicação oral e escrita, pudessem expressar os signos particulares que emergiram da realização do jogo. Por outro lado, a análise da estratégia ganhadora permitiu-lhes estabelecer relações entre os signos emergentes da dinamização do jogo e os conceitos culturalmente reconhecidos como conhecimento matemático, ou seja, as potências de base dois presentes no cardinal dos conjuntos. Com efeito, a análise ao ciclo didático (Mariotti & Maffia, 2018) concebido pela docente para explorar o potencial semiótico do jogo NIM, evidencia que as atividades desenvolvidas foram projetadas com o intuito de promover a negociação de signos matemáticos comuns, emergentes da discussão da estratégia ganhadora.

A fase seguinte consistiu na utilização de um *applet* (disponível em <http://pt.freegamesmax.com/puzzle/nim-master>) para a dinamização do mesmo jogo (Figura 4). O *applet* usava conjuntos de pedrinhas, sendo que em cada jogada o número de objetos nos conjuntos e o número de conjuntos também se alterava.

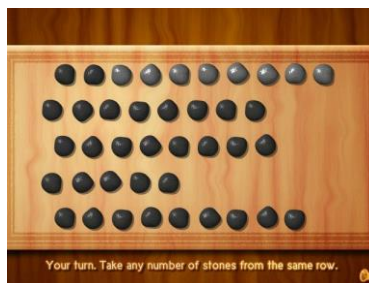


Figura 4. *Applet* utilizado para o jogo

Cada estudante jogava procurando ‘vencer’ o computador/tablet. A reflexão conjunta que se seguiu foi norteada pela seguinte questão: Que acrescentou o *applet* ao que fizemos anteriormente quando usámos as pedrinhas para jogar?

Os estudantes referiram que lhes parecia mais fácil usar, analisar e discutir a estratégia ganhadora quando jogavam com pedrinhas. Nas suas palavras: “As pedrinhas ajudam a ver e comparar os cardinais, coisa que tenho dificuldade de fazer quando jogo no *applet*” ou “Para comparar os grupos no *applet* (referindo-se aos cardinais dos conjuntos) tenho de fazer as contas todas em base 2, mas com as pedrinhas vejo os grupinhos com 1, 2, 4,... elementos e emparelho... Prefiro as pedras. Até consigo ganhar sem dar a perceber a estratégia” (Diário de bordo, 15 de fevereiro, 2019).

Na opinião dos estudantes, o facto de, fisicamente, poderem representar conjuntos cujo cardinal correspondia às referidas potências de base 2, mostrava-se uma mais-valia para efetuarem as ‘combinações’ necessárias para vencerem. Em contrapartida, quando jogaram no *applet*, sentiam a necessidade de escrever o cardinal de cada conjunto e, iconicamente ou em termos numéricos, expressar as referidas potências e emparelhamento das mesmas para que vencessem.

Manifestaram que o recurso às pedrinhas e a possibilidade de as usarem para analisarem os cardinais dos conjuntos e as relações entre estes foi preponderante para que na discussão anterior tivessem estabelecido uma ligação com os signos matemáticos que estavam subjacentes à estratégia ganhadora.

Desta forma, a grande maioria manifestou que, ao implementar o jogo em sala de aula, optaria por não utilizar o *applet*, alegando que não viram potencial para do conhecimento matemático. Esta observação está claramente relacionada com os esquemas de utilização (Rabardel, 1995) associados ao jogo, quando dinamizado com e sem tecnologia e que, conseqüentemente, moldaram os significados matemáticos emergentes e a opção metodológica defendida.

2.º momento: Jogo É Esticá-lo

Foi proposto aos estudantes que jogassem ao É Esticá-lo em duplas, com recurso a geoplanos físicos. As regras do jogo e o registo das jogadas foram feitos de acordo com os avançados por Matos e Serrazina (1996). O jogo tem como objetivo a compreensão e aplicação de diversas propriedades dos quadriláteros. Cada jogador lança à vez dois dados e, mediante o número de pintas obtidas em cada face, recebe informações acerca das propriedades do quadrilátero que vai construir no geoplano. A construção do quadrilátero, obedecendo ao sugerido, converte-se em pontos para o jogador.

Durante a dinamização do jogo observou-se que os estudantes pediam frequentemente o apoio da docente para validar as jogadas, pois sentiam insegurança relativamente às definições e às propriedades dos quadriláteros que necessitavam respeitar nas suas construções (veja-se as propriedades na Figura 5).

Os estudantes foram incentivados a procurar respostas às suas dúvidas nas definições e propriedades apresentadas no Programa de Matemática do Ensino Básico (Bivar et al., 2013) ou em outros meios que considerassem fidedignos, nomeadamente informações disponíveis *on-line*. Nesta fase, a dinamização do jogo em duplas norteou-se pela preocupação da docente em provocar a produção de signos matemáticos pessoais dos estudantes, relacionados com as construções dos quadriláteros exigidos, mediadas pelo artefacto que estavam a utilizar – o geoplano.

Após a dinamização do jogo seguiu-se um momento de discussão conjunta, sendo analisadas várias jogadas. Para tal, a docente sugeriu a utilização de um *applet*,

correspondente a um geoplano digital, cuja projeção facilitaria a análise conjunta. Apesar de a docente não o solicitar, os estudantes fizeram o *download* do *applet* ou usaram-no online (<https://apps.mathlearningcenter.org/geoboard>). Observou-se que os estudantes, a partir deste momento, optaram por utilizar o geoplano digital e abandonaram o trabalho com o geoplano físico.

1	Quatro ângulos Retos					
2	Um só par de lados opostos iguais	Nenhum par de lados paralelos ou iguais				
3	Nenhum eixo de simetria	Dois pares de lados paralelos	Dois ângulos opostos iguais			
4	Exatamente um par de lados paralelos	Uma diagonal que é eixo de simetria	Um ângulo maior que 180°	Um só ângulo reto		
5	Nenhum par de lados paralelos	Exatamente dois pares de ângulos opostos iguais	Todos os lados diferentes	Só dois lados consecutivos iguais	Exatamente dois ângulos retos	
6	Dois pares de lados consecutivos iguais	Dois ângulos de amplitude superior a 90°	Os quatro lados iguais	Todos os ângulos diferentes	Uma diagonal divide a figura em duas partes iguais	Dois pares de lados opostos iguais
	1	2	3	4	5	6

Figura 5. Propriedades dos quadriláteros (adaptado de Matos e Serrazina (1996))

No que diz respeito à discussão conjunta, a intencionalidade didática pautou-se pela construção de um contexto onde a discussão das jogadas levasse a que os signos matemáticos individuais fossem postos em comum e as contribuições de todos fossem consideradas na construção de significados partilhados. Este tipo de ação é referido por Maffia e Mariotti (2018) como uma *back to the task action* (p. 57). Neste momento destaca-se o papel central do professor para a *focalization* (Maffia & Mariotti, 2018) das ações dos alunos na negociação dos significados matemáticos, uma vez que “... not all the emerging elements might be related to the semiotic potential” (p. 58). Nem todas as contribuições dos alunos revelavam aspetos importantes dos signos matemáticos que se pretendiam que fossem aprendidos. Aspetos relacionados com propriedades específicas dos quadriláteros construídos permaneciam, em algumas situações, invisíveis para os estudantes. Neste sentido, a ação do professor permitiu-lhes manter o foco nos aspetos matemáticos que se pretendia que fossem discutidos com o uso do geoplano.

Outro aspeto relevante no momento de discussão conjunta foi o facto de referirem oportunidades de trabalho oferecidas pelo geoplano digital que não se tinham evidenciado aquando da dinamização do jogo com o geoplano físico. A possibilidade de aumentarem a

malha, permitiu explorar outros quadriláteros que não seriam possíveis com o geoplano físico. A possibilidade de pintar o interior dos polígonos construídos também foi salientada como uma mais-valia. Mas onde os alunos reconheceram mais potencial foi no contributo que o geoplano digital oferece para que, nos momentos de discussão coletiva, se pudessem analisar diferentes construções e, de uma forma eficiente e visível para todos, modificá-las para explorar novos polígonos com novas características. Referiram aspetos como: “No geoplano físico se uma dupla fosse mostrar à turma o trabalho, poderia ser difícil todos verem e poderem dizer se fizeram bem” ou “No geoplano (referindo-se ao físico) também muda-se os elásticos num instante, mas se for projetado todos veem a jogada e pode-se pôr outros elásticos para discutir, por exemplo, eixos de simetria, diagonais... Acho que facilita a discussão” (Diário de Bordo, 7 de março de 2019).

Assim, observou-se que, além do reconhecimento do potencial semiótico para a construção de significados matemáticos pelas crianças que o utilizassem, os futuros professores reconheceram que o potencial semiótico do geoplano digital era extensível aos momentos em que este estava a ser utilizado como mediador da aprendizagem de signos matemáticos no grande grupo. Esta dualidade é referida por Maffia e Mariotti (2018) quando salientam que, de acordo com a Teoria da Mediação Semiótica, o uso didático de um artefacto reveste-se de uma dupla natureza: “... on the one hand it is directly used by the students as a mean to accomplish a task; on the other hand, it is indirectly used by the teacher as a mean to achieve specific education goals, for instance the construction of mathematical knowledge” (p. 61).

3.º momento: Vestir um Ursinho

Foi proposta a exploração de uma tarefa para o 2.º ano de escolaridade onde se procurava discutir um dos sentidos da multiplicação, ligado à combinatória. A tarefa foi adaptada de uma da autoria do Projeto CEM – projeto de formação contínua de professores de matemática da RAM, parceria da Universidade da Madeira e da Direção Regional de Educação da Madeira. Na tarefa do projeto CEM, dirigida ao 1.º ano de escolaridade, é proposto o seguinte desafio: “A Mariana pretende vestir o seu ursinho. Como tem três camisolas de cores diferentes e duas calças de cores diferentes, de quantas maneiras distintas é possível vestir o ursinho?”.

A docente adaptou a tarefa e distribuiu moldes de camisolas e calças em diferente número, a diferentes grupos de trabalho, para poderem estudar as diferentes formas de vestirem o ursinho. Com este material, os estudantes, nos diferentes grupos, procuraram responder ao solicitado e registar as suas respostas.

Ao resolverem o proposto, os estudantes evidenciaram que a manipulação do material potenciava a visualização/concretização dos casos possíveis, bem como o registo dos

resultados. Contudo, observou-se que não tinham estabelecido a relação existente entre o número de casos possíveis e a multiplicação subjacente à situação exposta.

A discussão coletiva foi importante para que o significado do sentido da multiplicação como combinatória fosse colocado em comum e negociado naquele contexto. Além disso, a comparação dos trabalhos realizados pelos diferentes grupos, permitiu que os estudantes reconhecessem que a proposta didática representava ainda um campo rico para a discussão da propriedade comutativa da multiplicação. Essa tinha sido uma intenção da docente quando facultou, aos diferentes grupos, diferentes quantidades de camisolas e calças de cores distintas, mas em que o número de casos possíveis era o mesmo. Vejam-se os dois casos apresentados na Figura 6, onde ambos os grupos conseguem vestir o urso de 6 formas distintas, possuindo diferente número de cores para as camisolas e para as calças. A discussão foi orientada para que analisassem os casos possíveis e concluíssem que, apesar de serem 6 para ambos os grupos, as multiplicações que traduziam as situações eram distintas (3×2 ou 2×3). Alguns estudantes referiram, “pois, a professora tinha já esta intenção quando distribuiu o material” (Diário de bordo, 4 de abril, 2019), reconhecendo a importância das ações do professor para que os signos matemáticos em causa emergissem da discussão da tarefa proposta.



Figura 6. Registos de dois grupos, relativos à tarefa Vestir um Ursinho

Momentos como este foram importantes para que os futuros professores tomassem consciência de que o potencial semiótico do artefacto não se resumia apenas às suas características, mas que a forma como o professor projetou a abordagem didática potenciou o seu uso e os signos matemáticos emergentes. Com efeito, a função semiótica do artefacto não é automaticamente ativada pelo seu uso. De um ponto de vista instrumentalista (Rabardel, 1995), o artefacto é definido em função de seu uso e não apenas pela sua natureza.

Após a discussão, os estudantes exploraram individualmente o *applet* (disponível em <https://www.nctm.org/Classroom-Resources/Illuminations/Interactives/Bobbie-Bear/>) e refletiram sobre a possibilidade de este ser utilizado para a aprendizagem dos signos matemáticos discutidos. Os estudantes referiram que foi importante terem manipulado o

material físico antes de terem explorado o *applet*. Consideraram que, para crianças dos primeiros anos de escolaridade, estando o *applet* em inglês, o trabalho anterior permitir-lhes-ia perceber o que aquele sugeria fazer, situação que poderia ser ultrapassada se o professor fizesse essa explicação. Referiram também que o *applet* acrescentava algo de novo ao trabalho realizado, pois permitia às crianças estudarem diferentes casos e autocorrigirem o trabalho. Também salientaram que se só utilizassem o *applet*, sem realizarem a parte inicial, teriam de equacionar uma forma de as crianças registarem o seu trabalho e as suas conclusões, pois consideraram que os registos escritos dos diferentes grupos foram importantes para a negociação do sentido combinatório da multiplicação e para a noção de comutatividade.

A análise feita pelos alunos ao *applet* evidenciou uma preocupação com o ciclo didático (Mariotti & Maffia, 2018) que eventualmente adotariam se utilizassem este recurso nas suas aulas. As opções didáticas foram fundamentadas pelos estudantes, tendo sempre presente a sua experiência de participação em ciclos didáticos *orquestrados* (Bartolini Bussi, 1998) pela docente.

Da análise ao trabalho realizado observa-se que, gradualmente, os estudantes discutiam não só o possível potencial oferecido pelos diferentes *applets* para a aprendizagem matemática, mas também o seu posicionamento enquanto futuros professores e que tipo de abordagem metodológica adotariam quando projetavam o seu uso. Esse aspeto foi ainda mais evidente quando foram chamados a selecionar um *applet* e a equacionar uma abordagem didática.

Relatórios

Os estudantes selecionaram *applets* e escreveram um relatório crítico sobre os mesmos. Os *applets* selecionados são apresentados na Tabela 1.

No que se refere à configuração didática, pressupunha-se que os estudantes fossem capazes de selecionar *applets* com potencial para a aprendizagem matemática e que conseguissem perspetivar o ambiente de ensino no qual os utilizariam.

Nos relatórios produzidos é possível encontrar evidências sobre a análise ao potencial dos *applets* selecionados. Nuns casos, esteve relacionada com a forma como possíveis explicações e informações matemáticas adicionais são apresentadas pelo *applet* às crianças: “são facultadas pistas e auxiliares de memória, que ajudam a resolver as tarefas com sucesso, mostrando várias propostas de resolução em todas as tarefas e até vários vídeos” (relatório sobre o *applet* ‘À Descoberta das Simetrias’, p. 5); noutros casos a análise centrou-se na forma como o conteúdo matemático é apresentado no *applet*:

estabelece uma estreita relação entre o dinheiro e o quotidiano, sendo benéfico para a consciencialização dos alunos acerca dos valores reais das coisas e, por fim, as notas e moedas que o *applet* exhibe estão de acordo com as que se encontram

atualmente em circulação, tendo em conta os seus tamanhos, cores e formas. (relatório sobre o *applet* 'Dinheiro', p. 3)

Tabela 1. *Applets* selecionados pelos estudantes

Applet	Link de acesso
ATR Mini (Multiplicação)	https://www.atractor.pt/mat/AtrMini/
Play Kachi	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tecfield.PlayKachi&hl=pt-PT
Memória da Tabuada	https://www.tabuadas.pt/memoria-tabuada.html
Grouping and Grazing	https://www.nctm.org/Classroom-Resources/Illuminations/Interactives/Grouping-and-Grazing/
Jogo do 24	http://www.hypatiamat.com/jogo24HypatiaMat.php
Representação de Conjuntos	https://play.google.com/store/apps/details?id=air.representacaoconjuntos
Dinheiro	https://play.google.com/store/apps/details?id=air.dinheiro
Math Fight	https://apps.apple.com/us/app/math-fight-2-player-math-game/id738947827
Jogando com Figuras	https://www.discoverykidsplus.com.br/
À Descoberta das Simetrias	https://www.hypatiamat.com/simetrias/simetriasvh.html

Estes aspetos foram essenciais para a seleção do *applet*, evidenciando que o potencial identificado pelos estudantes esteve intimamente relacionado com o facto de os conteúdos matemáticos serem apresentados de uma forma cientificamente correta, numa contextualização interessante e apelativa às crianças.

Quanto à configuração do ambiente/contexto de ensino no qual utilizariam estes recursos, elemento essencial na orquestração instrumental, foram perspectivados contextos diversificados. Em alguns grupos, a metodologia passou por um momento inicial de exploração do *applet* por parte das crianças, seguido de momentos onde eram apresentadas e discutidas estratégias de resolução das situações propostas. Nesses momentos de discussão conjunta, os estudantes enfatizaram nos seus relatórios a importância do papel mediador do professor, salientando a intencionalidade em tirar partido de situações propostas pelo *applet* para a construção de significados matemáticos. Encontramos evidência disso no relatório referente ao *applet* ATR Mini (multiplicação), quando é referido que situações do género das apresentadas na Figura 7 seriam trazidas à discussão coletiva

com crianças do 1.º ano, para que estas analisassem o trabalho efetuado e conjecturassem qual o produto quando um dos fatores é zero ou um.

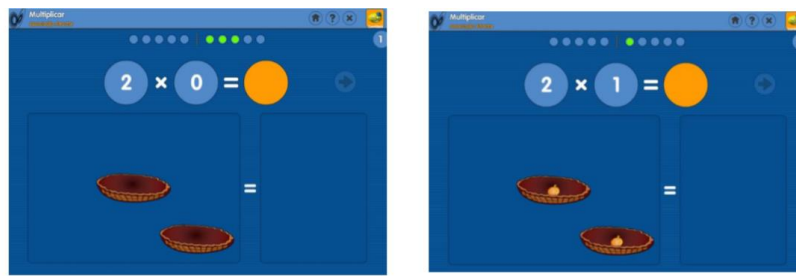


Figura 7. Situações propostas pelo ATR Mini (Multiplicação)

Momentos como este revelam uma abordagem metodológica baseada em ‘*back to the task action*’ (Maffia & Mariotti, 2018), nos quais as potencialidades semióticas advindas do uso do *applet* seriam coordenadas pelo professor, traduzindo-se em aprendizagens por parte das crianças que o utilizariam.

Ficou patente para os estudantes que o artefacto por si só, apesar de possuir aparente potencial para a aprendizagem da matemática, não seria suficiente para que o conhecimento matemático ganhasse consistência e visibilidade para as crianças. A importância da mediação humana, nomeadamente o papel do *expert* (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008), foi um aspeto relevante nos relatórios.

Esse papel mediador foi igualmente destacado em momentos que antecediam o uso do *applet*,

começarei por discutir e dialogar com os alunos acerca das diferentes e variadas formas possíveis de agrupar os alunos da turma: quer seja pela cor do cabelo, pela cor dos olhos, por quem usa óculos e quem não usa, por alturas, etc. Pretende-se, então, que os alunos comecem a refletir acerca das diferentes formas de agrupar um mesmo conjunto de elementos, tendo por base diferentes atributos. (relatório sobre o *applet* ‘Representação de Conjuntos’, p. 10)

ou em momentos onde foram equacionadas atividades de complemento ao *applet*:

Pretende-se que os alunos explorem o *applet* numa fase inicial sozinhos. Seguidamente, o docente solicita aos alunos a criação de uma caixa de ajuda, em pares. Cada grupo será responsável por arranjar duas ajudas para um determinado problema, questões a que o grupo sentiu mais dificuldade. A caixa estará disponível na sala para que qualquer aluno que precise de ajuda num determinado planeta, possa recorrer à caixa e verificar se tem ajuda disponível. Se a caixa não tiver ajuda para essa pergunta, os alunos desse grupo irão construir uma, servindo de ajuda para o seu e restantes grupos. (relatório sobre o *applet* Play Kachi, pp. 5-6)

A metodologia acima descrita adveio de o grupo ter considerado menos positivo o facto de o *applet* não possuir ajudas para que as crianças pudessem melhorar o seu desempenho. Essa limitação foi interpretada como uma oportunidade para que as crianças pudessem aprofundar o seu conhecimento matemático, tendo elas a possibilidade de construir as

ajudas. Com efeito, durante a discussão da abordagem didática, este grupo referiu que uma criança poderia passar por todos os níveis, acertando ou errando, sem que para isso tomasse consciência de que a resposta errada poderia ser melhorada se lhe fosse proporcionada hipótese de o fazer (Diário de bordo, 10 de maio, 2019). Neste sentido, o papel do professor seria o de ajudar os diferentes grupos a criarem as ajudas e que, ao fazê-lo, estaria a permitir que as crianças construíssem o conhecimento matemático, explicitamente relacionado com os desafios do *applet*. Encontram-se assim evidências da importância dada pelos estudantes à ação sistémica e intencional do docente enquanto mediador da produção de conhecimento.

A opção metodológica descrita evidencia também a possibilidade de transformação do *applet* em instrumento pelas crianças (Rabardel, 1995). Com efeito, ao serem construídas as ajudas, agregar-se-iam funcionalidades e esquemas de utilização próprios da prática desenvolvida com o seu uso. Consequentemente, certamente emergiriam signos matemáticos, também eles pessoais e específicos, relacionados com as ajudas criadas.

Outro aspeto importante a ressaltar prende-se com o uso de outros materiais que, de acordo com os estudantes, complementavam a atividade desenvolvida com o *applet*. Evidência disso é a sugestão apresentada no relatório sobre o *applet* 'À Descoberta das simetrias', no qual é proposto que o trabalho com o *applet* (Figura 8) seja acompanhado, no 2.º ano de escolaridade, por uma tarefa com recorte em papel.

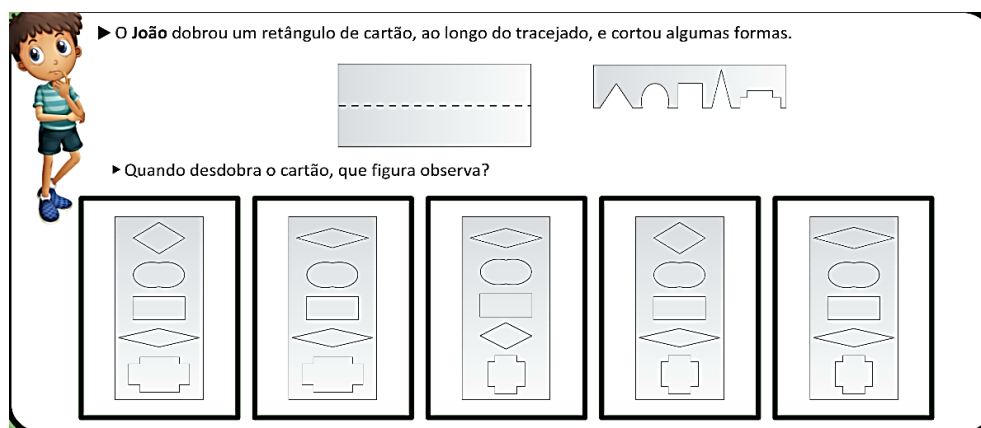


Figura 8. Situação proposta pelo applet

Os estudantes perspetivaram que, desta forma, a aprendizagem seria mais efetiva, uma vez que as crianças teriam a oportunidade de experienciar o que é proposto pelo *applet*, evitando respostas ao acaso.

Em termos gerais, da análise feita aos relatórios, observa-se que os estudantes selecionaram *applets* que consideraram possuir potencial para a aprendizagem de conteúdos e procedimentos matemáticos, contudo, também refletiram acerca de possíveis recursos, abordagens metodológicas e posicionamento do professor que pudessem potenciar a emergência e negociação desses signos matemáticos.

Conclusões

A compreensão da forma como o conhecimento matemático pode ser evocado através do uso de um *applet* durante a realização de uma tarefa e a reflexão acerca da influência que a abordagem didática assume nessa construção, constituíram dois importantes pilares metodológicos na experiência que aqui se apresenta.

Drijvers et al. (2010) usam uma metáfora musical para descrever o processo de planificação e implementação de abordagens didáticas, visando o uso de artefactos. Num primeiro momento, o professor – maestro da orquestra – seleciona os instrumentos musicais (artefactos) a usar e a forma como estes estarão colocados no espaço de modo a produzir uma boa sonoridade. Este momento é importante pois, atendendo à sonoridade pretendida, existem instrumentos musicais que melhor se prestam a essa tarefa. Fazendo um paralelo com o uso de artefactos para a aprendizagem da matemática, o uso de determinados artefactos em detrimento de outros está ligado com o reconhecimento, por parte do professor, do seu potencial semiótico (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008).

Nas aulas da unidade curricular de Didática Específica da Matemática foram criadas oportunidades para que os estudantes pudessem analisar criticamente que *applets* apresentavam maiores contributos para a aprendizagem matemática. Aquando do jogo do NIM, os estudantes consideraram que a manipulação das pedrinhas tinha potenciado as aprendizagens matemáticas, ao invés do *applet* utilizado que, na sua opinião, não acrescentou especial contributo. Em outros momentos, reconheceram que as possibilidades oferecidas por um *applet* ultrapassavam o uso de material manipulativo físico, como no caso do geoplano digital, o qual consideraram potenciar a discussão coletiva, aspeto relevante na produção de signos matemáticos comuns. Momentos como estes foram importantes para que os estudantes (futuros professores) refletissem sobre o potencial de determinados *applets* para a negociação de significados matemáticos. Contudo, tal análise não foi despida da reflexão acerca da natureza da tarefa que estava a ser proposta com o *applet*. Tal aspeto remete para o segundo passo da metáfora musical.

No segundo passo, o maestro (professor) equaciona as partituras que melhor se adequam aos instrumentos musicais que decidiu usar, tendo em mente as harmonias que pretende obter quando estes atuarem em conjunto. Este aspeto relaciona-se com a reflexão necessária acerca do papel que os artefactos precisam assumir no desenvolvimento da tarefa planificada e da natureza do trabalho a ser desenvolvido com o aluno. Por outras palavras, trata-se de questionamentos do tipo: será que o artefacto, neste caso, o *applet*, por si só serve ao objetivo didático proposto? Deverá fazer-se acompanhar de outros recursos (ficha de trabalho, registo do trabalho, material manipulável...)? Que metodologia de trabalho melhor se adequa ao propósito delineado?

O trabalho desenvolvido permitiu o reconhecimento por parte dos estudantes de que o trabalho com o *applet* pode efetivamente ser potenciado com a utilização simultânea de

outros materiais. Exemplo disso foi o posicionamento dos estudantes na tarefa Vestir os ursinhos, na qual realçaram o contributo do uso do material manipulativo e a metodologia de trabalho adotada pela docente, para que o conteúdo matemático fosse colocado em comum e negociado naquele contexto. Este foi um aspeto também tido em conta nas abordagens didáticas com *applets* expressas nos relatórios pois os estudantes planejaram a utilização de recursos adicionais e momentos de discussão conjunta orquestrados pelo professor.

Verificou-se, assim, que as reflexões que acompanharam a exploração dos *applets* na unidade curricular, contribuíram não só para a apropriação do artefacto por parte dos estudantes, mas também para a posterior projeção de abordagens didáticas que evidenciassem o seu potencial semiótico.

Ao planejarem, na unidade curricular, as suas próprias abordagens didáticas com recurso a *applets*, os futuros professores projetaram o último momento da metáfora musical: a performance musical. Nessas planificações perspetivaram que questões colocariam aos seus alunos, que possíveis observações e argumentos evidenciados pelos seus alunos seriam considerados no desenvolvimento da tarefa, que esquemas de utilização emergentes seriam considerados para a negociação dos signos matemáticos pretendidos, entre outros. Em suma, refletiram sobre qual o seu posicionamento face à atividade perspetivada.

Atendendo a que o principal objetivo desta investigação foi compreender em que medida a identificação do potencial semiótico (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008) dos *applets* pode propiciar o seu uso eficiente na planificação de abordagens didáticas, é possível concluir que os ciclos didáticos (Mariotti & Maffia, 2018) planejados e implementados pela investigadora contribuíram para que os futuros professores analisassem o potencial semiótico destes artefactos. Como se pôde constatar, os estudantes apresentaram reflexões pertinentes acerca dos contributos de diferentes *applets* para a evocação de conteúdos matemáticos, sendo que a análise apresentada foi extensível à influência que a abordagem metodológica e o posicionamento do professor assumem na construção desse conhecimento.

Referências

- Amado, J. (2017). *Manual de investigação qualitativa em educação* (3.^a ed.). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Andrade, A. P. S. (2014). *Applets na aprendizagem matemática em situação de aulas de apoio ao estudo* (Relatório Final de Mestrado). Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Bartolini Bussi, M. G. (1998). Verbal interaction in mathematics classroom: A Vygotskian analysis. In H. Steinbring, M. G. Bartolini Bussi, & A. Sierpiska (Eds.), *Language and communication in mathematics classroom* (pp. 65–84). Reston, VA: NCTM.
- Bartolini Bussi, M. G., & Mariotti, M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom: Artefacts and signs after a Vygotskian perspective. In L. English, M. Bartolini Bussi, G. Jones, R.

- Lesh & D. Tirosh (Eds.), *Handbook of international research in mathematics education, second revised edition* (pp. 746-783). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bereiter, C. (2002). Design research for sustained innovation. *Cognitive Studies, Bulletin of the Japanese Cognitive Science Society*, 9(3), 321-327.
- Bivar, A., Grosso, C., Oliveira, F., Loura, L., & Timóteo, M. C. (2013). *Programa de Matemática -Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação – Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Daher, W. (2009). Preservice teachers' perceptions of applets for solving mathematical problems: Need, difficulties and functions. *Educational Technology & Society*, 12(4), 383–395.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: Instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 213-234.
- Drijvers, P., Kieran, C., & Mariotti, M. A. (2009). Integrating technology into mathematics education: Theoretical perspectives. In C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Eds.), *Digital technologies and mathematics teaching and learning: Rethinking the terrain* (pp. 89–132). New York: Springer.
- Galvão, C., Ponte, J. P., & Jonis, M. (2018). Os professores e a sua formação inicial. In C. Galvão & J. P. Ponte (Orgs.), *Práticas de formação inicial de professores: Participantes e dinâmicas* (pp.25-46). Lisboa: IE-UL.
- Kozulin, A. (2003). Psychological tools and mediated learning. In A. Kozulin, B. Gindis, V. S. Ageyev & S. M. Miller (Eds), *Vygotsky's educational theory in cultural context* (pp. 15-38). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mariotti, M. A. (2009). Artifacts and signs after a Vygotskian perspective: The role of the teacher. *ZDM Mathematics Education*, 41,427-440.
- Mariotti, M. A., & Maffia, A. (2018). From using artefacts to mathematical meanings: The teacher's role in the semiotic mediation process. *Didattica della Matematica. Dalle Ricerche alle Pratiche d'Aula*, 3, 50-63.
- Matos, J. M., & Serrazina, L. (1996). *O Geoplano na sala de aula*. Lisboa: APM.
- Oliveira, E. (2014). *A utilização das Aplicações Interativas no ensino e aprendizagem das equações do 1.º grau* (Relatório Final de Mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica.
- Peixoto, J., & Carvalho, R. (2011). Mediação pedagógica mediada pelas tecnologias? *Teoria e Prática da Educação*, 14(1), 31-38.
- Piteira, G., & Matos, J. F. (2000). Ambientes dinâmicos de geometria como artefactos mediadores para a aprendizagem da geometria. In M. J. Saraiva, M. I. Coelho & J. M. Matos (Orgs.), *Ensino e Aprendizagem da Geometria* (pp. 61-72). Covilhã: SPCE-SEM.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies – Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: A. Colin.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.