

O jogo como promotor da comunicação e aprendizagem matemática

Sílvia Lopes¹, Helena Rocha²

¹Escola Secundária António Gedeão, silviamlopes.1624@gmail.com

²Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, hcr@fct.unl.pt

Resumo. *O jogo é geralmente apontado como uma ferramenta metodológica capaz de proporcionar aprendizagens significativas aos alunos. Neste âmbito, este estudo pretende analisar o contributo de discussões matemáticas, concretizadas no seio de um jogo envolvendo polinómios, para a consolidação de conceitos e o desenvolvimento da comunicação. Foram realizados dois estudos de caso de alunas do 10.º ano, tendo os dados sido recolhidos através da observação de sessões de trabalho e de um questionário. As conclusões alcançadas sugerem que o jogo promoveu a discussão dos conteúdos e consequentemente o desenvolvimento da linguagem matemática. Permitiu ainda colmatar dificuldades e aprofundar conceitos matemáticos.*

Palavras-chave: jogos; aprendizagem; comunicação; matemática.

Abstract. *Games are commonly appointed as a methodological tool capable of promoting students' effective learning. In this context, this study intends to analyze the impact of mathematical discussions developed while playing a polynomial game. Namely it intends to analyze the impact on the consolidation of mathematical concepts previously worked in the classroom and on the communications skills. Two case studies were developed involving 10th grade students. Data gathering was based on direct observation and an inquiry. The main conclusions suggest that the game encouraged the discussion about the mathematical contents and therefore promoted the development of the mathematical discourse. Besides that, it allowed a deeper apprehension of mathematical concepts, and the overcome of some difficulties.*

Keywords: games; learning; communication; mathematics.

Introdução

Atualmente há uma necessidade premente do professor adequar o processo de ensino-aprendizagem às características dos seus alunos. Neste sentido, a utilização do jogo pode constituir uma estratégia adequada para o ensino-aprendizagem da matemática, quer ao nível do desenvolvimento de capacidades, quer ao nível da conceptualização matemática.

Ponte (2005) refere a importância do jogo como tarefa que pode ter importantes potencialidades para a aprendizagem, especialmente se o professor souber valorizar os aspetos matemáticos que o jogo pode envolver. Estimular a investigação e o interesse pela procura de soluções, o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e a

articulação de conhecimentos matemáticos são alguns dos possíveis benefícios da utilização de jogos (Ascoli & Brancher, 2006).

Apesar disto, e segundo Swan e Marshall (2009), os professores frequentemente recorrem ao jogo para ocupar os alunos durante algum tempo, ou ainda como recompensa ou incentivo por terem terminado antecipadamente uma tarefa ou por terem realizado um trabalho particularmente bom. Bragg (2006) acrescenta que o jogo também é utilizado como uma atividade “warm-up”, ou seja, servindo de preparação para a verdadeira aprendizagem. Swan e Marshall (2009) referem ainda uma utilização de jogos para quebrar a rotina habitual e motivar os alunos. Segundo estes últimos autores, raramente os jogos são utilizados pelos professores para introduzir um conceito, promover a discussão em torno deste, como forma de enriquecimento ou até como ferramenta de diagnóstico.

Apesar das potencialidades, o recurso a jogos ao nível do ensino secundário é bastante raro. Com efeito, segundo Smole, Diniz e Ishihara (2008), a partir do 3.º ciclo, o jogo é maioritariamente encarado por professores e alunos como uma prática lúdica, que contrasta com uma disciplina séria como a matemática. Nestas circunstâncias, é pois natural questionarmo-nos quanto à influência que o uso de jogos efetivamente tem no desenvolvimento de capacidades e na aprendizagem de conteúdos matemáticos nos alunos do ensino secundário.

Este artigo tem por base um estudo mais amplo e ainda em processo de desenvolvimento, pelo que aqui apenas apresentamos uma análise preliminar com base nos primeiros dados recolhidos. Assim, centramos a nossa atenção nos momentos de discussão durante um jogo proposto a alguns alunos duma turma do 10.º ano de escolaridade, procurando analisar se a prática sucessiva dum mesmo jogo favorece a capacidade de comunicação matemática e a consolidação de conceitos matemáticos. Procuramos assim, dar respostas às seguintes questões:

1. Qual o contributo da utilização do jogo na consolidação de conceitos matemáticos?
2. De que modo, o recurso ao jogo favoreceu a comunicação matemática dos alunos?

O jogo: caracterização e categorização

Definir o que é um jogo é algo que não é tarefa fácil, em virtude da versatilidade da palavra (Smole et al., 2008). Segundo estes autores, um jogo em contexto educacional envolve dois ou mais jogadores, engloba um objetivo específico que direciona o jogo

para um vencedor, e pressupõe que os alunos assumem papéis interdependentes, opostos e cooperativos. É ainda requerido que os alunos entendam a dinâmica e as regras do próprio jogo e a importância de cada um na execução das diferentes jogadas. Para além disso, é necessário que existam regras preestabelecidas (que não podem ser modificadas no decorrer do jogo) e cuja infração implique uma penalização para o jogador envolvido. Ainda assim, a alteração das regras é permitida, mas apenas na sequência de uma análise e discussão no seio do grupo. É ainda importante que o jogo permita a possibilidade de “usar estratégias, estabelecer planos, executar jogadas e avaliar a eficácia desses elementos nos resultados obtidos” (Smole et al., 2008, p. 12). Ou seja, este não deve consistir num processo mecanizado e sem significado para os jogadores.

Smole, Diniz e Cândido (2007) consideram o jogo, por um lado, como uma atividade diferenciada, por atribuir ao aluno e ao professor outras posições na relação com o saber; e, por outro lado, como uma atividade significativa por implicar o estabelecimento de planos, a execução de jogadas e a avaliação da eficácia das estratégias utilizadas.

Os parâmetros sugeridos anteriormente para a definição de jogo educativo enquadram-se na descrição de jogo matemático realizada por Heras (2014) e Selva e Camargo (2009). Heras (2014) refere que através deste tipo de jogos se pretende alcançar objetivos didáticos relacionados com a aprendizagem da matemática. Selva e Camargo (2009) reforçam esta ideia, concluindo que o jogo matemático envolve um processo, no qual o aluno necessita de conhecimentos prévios, interpretar regras e usar raciocínio matemático. O jogo matemático está assim na base de constantes desafios em que, a cada nova jogada, são abertos espaços para a elaboração de novas estratégias que desencadeiam situações-problema e que, ao serem resolvidas, permitem a evolução do pensamento abstrato para o conhecimento efetivo, construído durante a atividade desenvolvida.

A classificação ou categorização dos tipos de jogos é, segundo Smole et al. (2008), tão ou mais diversa do que os sentidos da palavra jogo. Segundo Escolano, Marcén e Morales (2009), os jogos matemáticos podem considerar-se como jogos de estratégia ou jogos de conhecimento. Contudo, os autores frisam que tal não consiste verdadeiramente numa classificação, mas sim numa qualificação, pois existem jogos que podem ser considerados de ambos os tipos.

Os jogos de conhecimento são aqueles cujos conteúdos são tópicos presentes nos currículos de matemática e cuja principal finalidade é introduzir ou trabalhar esses tópicos. São os jogos mais utilizados pelos professores, pelo facto de se enquadrarem diretamente nos conteúdos a ensinar (Escolano et al., 2009). Este tipo de jogos constitui um recurso para um ensino e uma aprendizagem mais rica, favorecendo a resolução de problemas. Tornam-se assim um ótimo veículo para que os alunos construam, adquiram e aprofundem, de modo mais desafiador, os conceitos e procedimentos a serem desenvolvidos na aprendizagem da matemática no ensino secundário (Smole et al., 2008). Corbalán (1994) afirma que com este tipo de jogos pretende atingir, consolidar ou rever certos conceitos matemáticos ou procedimentos de uma forma mais atrativa. Neste sentido, Gairín (1990) distingue três níveis de aplicação que Heras (2014) também adota: o pré-instrucional, o co-instrucional e o pós-instrucional. No nível pré-instrucional, é através do jogo que o aluno descobre o conceito ou desenvolve a justificação dum algoritmo. Deste modo, o jogo é o único veículo para a aprendizagem. No nível co-instrucional o jogo é uma entre as diferentes tarefas que o professor utiliza para o ensino. Assim, neste caso o jogo acompanha os outros recursos de aprendizagem. No nível pós-instrucional, os alunos já realizaram uma série de aprendizagens e o jogo é apenas um meio para reforçar essas aprendizagens. Ou seja, neste caso o jogo serve para consolidar a aprendizagem.

Os jogos de estratégia, segundo Escolano et al. (2009), também chamados de “jogos de pensar”, requerem técnicas heurísticas semelhantes às utilizadas na resolução de problemas, existindo assim uma analogia entre as distintas formas de encontrar uma estratégia vencedora neste tipo de jogos e as técnicas heurísticas da resolução de problemas. Além disto, os autores ainda fundamentam que através da prática destes jogos, o aluno realiza tarefas fundamentais do trabalho matemático como são a recompilação de evidências, a formulação de hipóteses e a elaboração de argumentos que se apoiem nessas mesmas hipóteses. E os autores estruturam essas tarefas em três níveis de trabalho distintos: resolver casos particulares, generalizar e demonstrar.

O jogo na aprendizagem e comunicação matemática

Na opinião de Swan e Marshall (2009), os jogos são apresentados por vários autores como uma ferramenta benéfica para a aprendizagem matemática. Cody, Rule e Forsyth (2015) consideram o recurso a jogos como uma das melhores práticas, afirmando que os jogos são reconhecidos pelos alunos como matemática com mais significado. Estes

autores referem que os jogos incentivam o pensamento lógico-matemático, facilitando o desenvolvimento do conhecimento matemático ao ter uma influência positiva sobre a componente afetiva em situações de aprendizagem. O jogo promove o desenvolvimento de importantes capacidades do raciocínio como a concentração, a atenção e a organização necessárias para a aprendizagem da matemática, em geral, e para a resolução de problemas, em particular (Moura & Viamonte, 2006). Note-se que o aluno não adquire conhecimento através da mera manipulação do jogo. Ao invés, as suas competências matemáticas são desenvolvidas através da reflexão sobre o ato de jogar (Gaspar, 2015). Garris, Ahlers e Driskell (2002) ainda referem que os jogos que utilizam níveis de dificuldade progressiva permitem que o aluno ganhe familiaridade e construa gradualmente capacidades em complexos ou novos ambientes de aprendizagem.

No que diz respeito à comunicação matemática, Bragg (2003), refere que uma sessão de jogo que incorpore uma discussão focada nas estratégias utilizadas pelos alunos pode constituir uma via de aprendizagem para os alunos. Os jogos não podem ser apenas vistos como uma diversão, mas também como oportunidades para os estudantes se envolverem num diálogo significativo sobre os conceitos matemáticos e as estratégias por detrás dos jogos. Strapason e Bisognin (2013) acrescentam que a escolha das jogadas e a argumentação necessárias durante a troca de informação potenciam um desenvolvimento da linguagem nos alunos. Neste sentido, Guerreiro (2011) destaca a importância do desenvolvimento da comunicação em contexto de sala de aula, referindo que esta pode ser “reduzida a um instrumento do processo de ensino-aprendizagem ou valorizada como uma competência a ser desenvolvida ao longo do processo educativo” (p. 76). O mesmo autor aponta a desvalorização da expressão oral como uma das características do ensino tradicional, onde a intervenção do aluno se reduz às tentativas de resposta aos questionamentos orais e escritos do professor, impaciente com o tempo e o cumprimento dos programas, onde normalmente acaba por se sobrepor ao aluno hesitante ou mudo.

Segundo Smole et al. (2008), através da discussão entre pares que a prática dos jogos requer, os alunos desenvolvem o seu potencial de participação, cooperação, respeito mútuo e crítica. Ainda que os jogos geralmente envolvam a existência de um vencedor, estando inerente uma situação de competição, as suas características estimulam simultaneamente o desenvolvimento da cooperação. É a partir da troca de perspetivas

que cada aluno se vai descentrando, passando a pensar sob o ponto de vista dos seus pares e coordenando esses mesmos pontos de vista com a sua forma de pensar para procurar ganhar.

No mesmo sentido, Allen (2010) refere que a aprendizagem cooperativa pressupõe um trabalho conjunto dos alunos para alcançar um objetivo específico que, quando eficazmente estruturada, oferece uma oportunidade para explicar as suas aprendizagens, ouvir outros pontos de vista e observar uma variedade de formas de resolver um problema, dando e obtendo o apoio dos seus pares.

Costa (2011, p. 9), apoiando-se no trabalho de Macedo (2000), considera que a discussão desencadeada a partir de uma situação de jogo, mediada por um professor, vai além da experiência e “possibilita a transposição das aquisições para outros contextos”. Para o autor, isto significa considerar que “as atitudes adquiridas no contexto de jogo tendem a tornar-se propriedade do aluno, podendo ser generalizadas para outros âmbitos, em especial, para as situações em sala de aula” (p. 9).

Apesar de concordar com o papel motivacional do jogo e destacar a emoção, participação e atitudes positivas, Oldfield (1991) também refere que os jogos são valiosos por fomentarem capacidades sociais, estimularem a discussão matemática e a aprendizagem de conceitos, envolvendo simbologia e desenvolvendo a compreensão e aquisição de algumas estratégias de resolução de problemas. Para além disso, o jogo desempenha um papel importante na superação das dificuldades dos alunos, pois permite ao professor atuar de forma adequada, respeitando o ritmo de cada um, e ajudando a encarar o erro de forma mais positiva e natural (Lopes et al, 1996).

Em síntese, e tal como referido por Peralta et al. (2014), Ernest (1986) propõe quatro grandes eixos que permitem categorizar a utilidade da incorporação dos jogos no ensino, que resumem todos os argumentos mencionados anteriormente: a) motivação, comportamento e atitudes do aluno; b) desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas; c) reforço de competências; d) construção de conhecimentos. Peralta et al. (2014) referem ainda que o progresso dos alunos quando utilizam jogos é, pelo menos, igual ao conseguido por aqueles que não os utilizam e que os conteúdos são aprendidos mais rapidamente.

Remmele et al. (2009) reforçam as ideias anteriores e referem que uma das maiores razões para se usar o jogo como metodologia de ensino passa pelo facto de o ato de

jogar consistir numa transferência de competências, ou seja, na passagem de um quadro de referência para outro, de dentro do jogo para a realidade.

Metodologia

A presente investigação adota uma metodologia qualitativa de índole interpretativa, em linha com as ideias preconizadas por Bogdan e Biklen (1997), envolvendo a realização de estudos de caso de duas alunas, Sara e Carolina, da mesma turma do 10.º ano de uma escola da Grande Lisboa.

A recolha de dados realizou-se através de um questionário e da observação participante da investigadora em duas sessões de trabalho, onde foi aplicado o mesmo jogo. A primeira sessão realizou-se durante uma aula de 50 minutos com toda a turma. A segunda sessão estava prevista para 50 minutos, tempo extraletivo, tendo-se prolongado para 90 minutos, a pedido dos alunos. Nesta última sessão apenas participou o grupo onde se inserem as alunas envolvidas no estudo. A distância temporal entre as duas sessões foi de um mês e, durante este tempo, os alunos estudaram e aprofundaram os conteúdos envolvidos no jogo. Todas as sessões de trabalho foram vídeo gravadas e posteriormente transcritas.

O questionário realizado teve como intenção obter informação acerca da atitude e dificuldades dos alunos perante a matemática e acerca da sua familiaridade com a prática de jogos.

As alunas que participaram no estudo integram um mesmo grupo de quatro alunos, tendo sido escolhidas pelas diferentes características comunicativas que evidenciaram nas aulas e pelo interesse que mostram relativamente à aprendizagem matemática, mas a que corresponde diferentes níveis de conhecimento.

O jogo em estudo designa-se Polygame e é um jogo de cartas que tem como objetivo combinar quatro cartas de cores diferentes (azul, cor-de-rosa, amarela e verde) com características dum polinómio. As cartas azuis contêm a expressão algébrica do polinómio, as cor-de-rosa os zeros, as amarelas as multiplicidades dos respetivos zeros e as verdes a expressão algébrica de polinómios divisores dos polinómios das cartas azuis.

No início do jogo são distribuídas quatro cartas por jogador e colocadas outras quatro cartas na mesa. Quando os alunos não pretenderem trocar mais nenhuma das suas cartas

com alguma da mesa, estas são colocadas no fundo do baralho e repostas outras quatro cartas na mesa.

Quando um jogador combina quatro cartas de cores diferentes tem de explicar aos seus oponentes quais as razões que o levam àquela combinação. As combinações têm que ser discutidas e validadas por todos, sob pena da combinação estar errada, o jogador ganhar indevidamente um ponto e, no final, as cartas não agruparem todas. A validação da combinação corresponde a um polygame. Ganha o jogador que realizar maior número de polygames.

Este é um jogo que envolve estratégia e a compreensão do conteúdo, podendo ser qualificado como jogo de conhecimento co-instrucional e de estratégia. Através deste jogo, os alunos trabalham conteúdos contidos no domínio da álgebra, em particular polinómios, fatorização, casos notáveis, divisibilidade, zeros de um polinómio e sua multiplicidade. Este jogo pode ser jogado em grupos de dois a cinco alunos.

Apresentação e análise de dados

Nesta secção apresenta-se uma síntese das respostas dadas por Carolina (C) e Sara (S) ao questionário e alguns episódios ocorridos durante as duas sessões de trabalho, sendo analisadas as intervenções das mesmas. Aos outros dois alunos pertencentes ao grupo, à professora titular da turma e à investigadora, chamaremos A1, A2, P e I, respetivamente.

Carolina

Carolina é uma aluna de 16 anos, empenhada, mas pouco participativa. É considerada uma boa aluna pela sua professora de matemática, destacando-se pela facilidade em compreender os conteúdos e em relacioná-los. Tímida, raramente coloca dúvidas perante a turma, preferindo apresentá-las individualmente à professora.

No questionário, a aluna revela gostar de matemática. Acerca dos seus hábitos de jogo, refere ter jogado apenas uma vez um jogo envolvendo conteúdos matemáticos em sala de aula, mas diz estar habituada a jogar às cartas com amigos e família. Quando questionada sobre a possibilidade de aprender matemática através do uso de jogos, aponta a motivação como principal razão para essa ser uma experiência de sucesso.

Na primeira sessão, Carolina revela dificuldades em perceber o objetivo do jogo. Como a professora está por perto, opta por lhe pedir ajuda em vez de recorrer ao apoio do grupo:

C- Eu não estou a perceber.
P- Você tem que conseguir encaixar polinómios, com os seus zeros e multiplicidades. (a professora dá atenção a outro aluno do grupo)
C- E aqui?
P- Aqui tem de ter $\sqrt{3}$ como zero.
C- Então este polinómio é divisível por este.
P- Então apanhe essa carta.
C- Posso apanhar?
P- Claro que pode!

Mais tarde, a aluna apercebe-se que os colegas estão com dificuldade em combinar as cartas, em particular as da divisibilidade. Para que o jogo avance, intervém dando um exemplo ao grupo manipulando as suas próprias cartas:

C- Imaginem que têm este polinómio aqui, $P(x) = (x - 5)^3$, se guardarem a carta divisível por este polinómio, é um $(x - 5)$, por exemplo... Só $(x - 5)$ ou $(x - 5)^2$ ou $(x - 5)^3$.
S- Então e $(x + 5)$ não pode ser?
C- Não... o zero é -5.
Todos- Não o zero é 5.
S- E a multiplicidade era o quê?
C- É o expoente da... a multiplicidade é isto (apontando para o expoente de um polinómio divisor).

Através da discussão, a aluna vai expressando as suas ideias, mas também reforçando o seu conhecimento. De notar que no discurso de Carolina é visível uma ausência de certos termos matemáticos, sendo frequente o uso da palavra “isto”, uma lacuna possivelmente justificável por raramente se expressar oralmente nas aulas.

Na segunda sessão, a aluna sente menos dificuldade em lidar com as regras do jogo. Progressivamente, vai dando mais exemplos das suas combinações, envolvendo-se em mais discussões em torno dos conteúdos e parecendo ter uma crescente facilidade em se expressar:

C- Olha aqui o meu, eu também tenho esse $(x^2 - 1)$. E eu pus estas raízes, 1 e -1, porque 1^2 dá 1, $1-1=0$, e $(-1)^2$ dá 1, $1-1=0$ (a aluna refere-se ao polinómio $P(x) = (x + \sqrt{3})^4 (x^2 - 1)$).

Em seguida, a aluna procura confirmar junto do grupo se a multiplicidade dos seus zeros é 4, 1, 1. E inicia-se uma discussão, com a investigadora a incentivar a reflexão:

S- Eu acho que sim.
I- Porquê?
S- Isso não sei explicar, não sei porque é que tem dois 1 se são só dois fatores.

C- Porque é o -1 e o 1. É como se tivesse $(x - 1)(x + 1)$. É um caso notável.

No final da segunda sessão, a aluna refere que com o uso do jogo aprofundou o seu conhecimento acerca de casos notáveis e consequentemente teve mais facilidade em fatorizar polinómios.

Sara

Sara é uma aluna de 15 anos extremamente trabalhadora, interessada, muito comunicativa, mas com muitas dificuldades. Por regra recorre à mecanização e repetição exaustiva dos exercícios trabalhados em aula para tentar ser bem sucedida, não se inibindo de colocar as suas dificuldades perante a turma. O seu trabalho e esforço fazem com que a sua professora de matemática a considere uma aluna média.

No questionário, afirma gostar de matemática, em particular de “cálculos”, o que vai ao encontro da sua preferência por processos mecanizados.

Na primeira sessão, contenta-se com informações que lhe garantam que pode combinar certas cartas, não refletindo sobre a base teórica que sustenta as suas jogadas. Como consequência repete as mesmas perguntas em jogadas semelhantes:

S- Ok, ajudem-me lá. Tenho que encontrar uma multiplicidade três?

C- Sim! É um zero cinco.

S- Então quero este! E o divisível tem de ser $(x-5)$?

C- Ou $(x-5)^2$ ou $(x-5)^3$.

S- Ah! Ok ok.

Este comportamento sucessivo leva-a a apresentar argumentos inválidos aquando da justificação dos polygames realizados:

S- Então tenho este polinómio $P(x) = (x - 2)(x^2 - 4)$. Nós temos uma raiz simples, porque... nesta parcela aqui $2-2$ dá 0 e nesta parcela o 2 e o -2 podem ser aceites para dar o 0, por isso é que é uma raiz dupla na segunda parte. Então eu digo que na primeira parte é uma raiz simples, porque só o 2 é que faz com que se anule aquela parcela e na segunda parcela, só o -2 e o 2, por isso é uma raiz dupla...

C- Não estou a perceber...

I- Continua Sara.

S- Então e o polinómio é divisível por $(x - 2)^2$, porque basta ter aquela parcela igual para ser divisível.

I- Então também é divisível por $(x - 2)^3$?

S- Sim...

C- Não... se fosse $(x - 2)^3$ era maior.

I- A multiplicidade é referente ao quê?

C e A1- Aos zeros!

Na segunda sessão, o domínio de Sara relativamente aos conteúdos parece estar a começar a evoluir. Perante o polinómio $P(x) = (x^2 + 2x + 1)(x - 3)^4$, toma como estratégia identificar o caso notável presente no primeiro fator para decompor o seu polinómio em polinómios do 1.º grau, para mais facilmente conseguir identificar as cartas a combinar:

S- Aqui isto é... se eu fizer como este que está aqui posso fazer $(x - 1)$? Não... $(x + 1)$? Ou seja, se eu fizer este fator aqui como este, posso meter $(x + 1)$?

A1- Sim... ao quadrado.

S- Sim, $(x + 1)^2$! Ah, então quero esta carta (buscando uma carta verde $(x + 1)(x - 3)$).

Num outro momento, em que tem a carta azul com o polinómio $P(x) = (x - 3^2)(x + 2^3)$, e pondera a adequação da carta verde que sugere a divisibilidade por $(x - 9)(x + 8)$ e da carta cor-de-rosa com os zeros 8 e 9, começa finalmente a ganhar alguma autonomia:

S- 3^2 é 9 e 2^3 é 8, então são fatores exatamente iguais. (referindo-se ao polinómio da sua carta verde) Logo é divisível. Neste a carta está errada (referindo-se aos zeros na carta cor-de-rosa), porque devia ser... calma eu chego lá... devia ser -8, porque -8 com 8 dá zero e pronto. E depois são duas raízes simples porque os fatores só se repetem uma vez.

Nota-se assim uma evolução em Sara, à medida que vai jogando. Na primeira sessão a aluna mostrou jogar de forma algo irrefletida, evidenciando através do seu discurso que não compreende os conceitos envolvidos no jogo. Na segunda sessão, Sara joga de forma mais ponderada e, apesar de continuar a apresentar alguns erros no seu discurso, a aluna já consegue trabalhar os polinómios em função das cartas que procura.

Conclusão

As conclusões alcançadas realçam a utilidade da prática do jogo em contexto educacional. À medida que jogam, as alunas sentem a necessidade de refletir, questionar, discutir e relacionar as suas diversas conjecturas explanadas durante o jogo.

O grupo desenvolve diálogos em torno das diversas situações do jogo e, tal como identificam Smole et al. (2008), a consolidação dos conceitos implícitos no jogo é, não só, mas também consequência das conclusões retiradas dos momentos de discussão.

As discussões são observadas principalmente após a identificação de incertezas em alguns conceitos, quer durante o decorrer das jogadas quer aquando da concretização e

posterior justificação de um polygame. Deste modo, e de acordo com Swan e Marshall (2009), o jogo serviu previamente como diagnóstico para as alunas, que reconheceram algumas das suas dificuldades, dando-lhes uma visão assertiva sobre os conteúdos a aprofundar e tornando-as mediadoras da sua própria aprendizagem. De notar que jogo após jogo, as alunas mostraram maior clareza e confiança no seu discurso, apropriando-se progressivamente da linguagem matemática específica do tema.

A consolidação dos diversos conceitos que o jogo propõem também ocorre quando as alunas constroem raciocínios que resultam nas suas jogadas. Com o suceder dos jogos, as alunas começam a dominar os conteúdos, a trabalhar previamente as suas cartas e a refletir sobre quais as cartas que têm que procurar, ao contrário do que sucede inicialmente, quando escolhem as cartas da mesa de forma intuitiva.

No caso de Sara, a aluna estava habituada a resolver inúmeras vezes os mesmos exercícios, categorizando e memorizando os processos de resolução dos mesmos. Inicialmente, revela muita dificuldade em construir argumentos válidos para justificar as suas escolhas. Motivada pela necessidade do jogo requerer a discussão e justificação dos polygames realizados, a aluna vai progressivamente dando significado aos conceitos que estão subjacentes às suas jogadas e melhorando a sua argumentação matemática.

Para Carolina, a grande vantagem deste jogo reside no desenvolvimento da sua capacidade de intervir de forma efetiva. Talvez pela motivação, tal como aponta no seu questionário, a aluna rapidamente se envolve no jogo. Perante erros, dúvidas e dificuldades do grupo, a aluna constrói ao longo do tempo diálogos mais duradouros e complexos. Por outro lado, deixa de recorrer à professora aquando das suas dúvidas, preferindo falar com os seus colegas e contribuindo para a autonomia da discussão no grupo.

Podemos assim concluir que o uso do jogo promoveu momentos de discussão e troca de perspetivas em torno dos conteúdos inerentes ao próprio jogo, o que culminou num potencial desenvolvimento da comunicação matemática dos alunos relativamente ao tema dos polinómios. A consolidação de conceitos durante o jogo é consequência da reflexão dos alunos durante a combinação das suas cartas e das conclusões retiradas dos momentos de discussão ao longo do jogo.

Referências bibliográficas

- Allen, J. (2010). *Action Research Project: How do math games affect student engagement and achievement?* HTH GSE PROGRAM. Acedido a 28 de dezembro de 2015, em http://jacquiallen.weebly.com/uploads/1/2/7/7/1277093/jacquis_thesis.pdf.
- Ascoli, C., & Brancher, V. (2006). Jogos matemáticos: algumas reflexões sobre os processos de ensino e aprendizagem. *Jornada Educação*, UNIFRA.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1997). *Investigação Qualitativa em Educação – uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bragg, L. (2003). Children's perspectives on mathematics and game playing. In Mathematics education research: Innovation, networking, opportunity, *Proceedings of the 26th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, Geelong (vol. 1, pp. 60-167) Sydney: MERGA.
- Bragg, L. (2006). Hey, I'm learning this. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 11(4), 4-9.
- Cody, K. J., Rule, A. C., & Forsyth, B. R. (2015). Mathematical game creation and play assists students in practicing newly-learned challenging concepts. *Creative Education*, 6, 1484-1495.
- Corbalán, F. (1994). *Juegos matemáticos para secundaria y bachillerato*. Madrid: Síntesis.
- Costa, O. (2011). *O jogo didático como estratégia de aprendizagem*. Dissertação de mestrado. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.
- Escolano, J. M. M., Marcén, A. M. O., & Morales, J. M. (2009). Empleo didáctico de juegos que se materializan mediante grafos: una experiencia. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 12, 137-164.
- Ernest, P. (1986). Games. A rationale for their use in the teaching of mathematics in school. *Mathematics in School*, 15(1), 2-5.
- Gairín, J. M. (1990). Efectos de la utilización de juegos educativos en la enseñanza de las matemáticas. *Educar*, 17, 105-118.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467.
- Gaspar, I. (2015). *A influência dos jogos matemáticos na predisposição dos alunos para a matemática e na sua aprendizagem*. Relatório de Estágio, Escola Superior de Educação de Lisboa-Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Guerreiro, A. (2011). *Comunicação no ensino-aprendizagem da Matemática: Práticas no 1.º ciclo do ensino básico*. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Heras, S. G. (2014). *La utilización de juegos en la enseñanza de las matemáticas*. Trabajo fin de grado, Facultad de educación-Universidad de Zaragoza, España.
- Lopes, A. V., Bernardes, A., Loureiro, C., Varandas, J. M., Oliveira, M. J. C., Delgado, M. J., Bastos, R., & Graça, T. (1996). *Actividades Matemáticas na sala de aula*. Lisboa: Texto Editora.
- Macedo, L. (2000). *Aprender com jogos e situações-problema*. Porto Alegre: Artes médicas
- Moura, P. & Viamonte, A. (2006). *Jogos matemáticos como recurso didáctico*. Acedido a 21 de dezembro de 2015, em http://www.apm.pt/files/_CO_Moura_Viamonte_4a4de07e84113.pdf.
- Oldfield, B. J. (1991). Games in the Learning of Mathematics: 1: A Classification. *Mathematics in School*, 20(1), 41-43. Acedido a 21 de dezembro de 2015, em <http://www.jstor.org/stable/30214754>.

- Peralta, A. G. G., Zavaleta, J. G. M., & Aguilar, M. S. (2014). La matemática nunca deja de ser un juego: investigaciones sobre los efectos del uso de juegos en la enseñanza de las matemáticas. *Educación Matemática*, 26(3), 109-133.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. Em GTI (Eds). *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: APM.
- Remmele, B., Seeber, G., Krämer, J., & Schmette, M. (2009). Game-Based Teaching–Dimensions of Analysis. In: *Proceedings of the 3rd European Conference on Game Based Learning* (pp 325-331). Academic Conferences Limited. Acedido a 4 de dezembro de 2015, em https://www.researchgate.net/profile/Bernd_Remmele/publication/268348200_GameBased_Teaching_Dimensions_of_Analysis/links/54745f640cf245eb436dd9d6.pdf.
- Selva, K. & Camargo, M. (2009). O jogo matemático como recurso para a construção do conhecimento. In *Educação Matemática nos Anos Iniciais e Ensino Fundamental: atas do X Encontro Gaúcho de Educação Matemática*, Rio Grande do Sul. Acedido a 3 de fevereiro de 2016, em http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd_egem/fscommand/CC/CC_4.pdf.
- Smole, K. S., Diniz, M. I., Pessoa, N., & Ishihara, C. (2008). *Cadernos do Mathema: Ensino Médio: Jogos de matemática de 1.º a 3.º ano*. Porto Alegre: Artmed.
- Smole, K., Diniz, M., & Cândido, P. (2007). *Cadernos do Mathema: Jogos de matemática de 1.º a 5.º ano*. Porto Alegre: Artmed.
- Strapason, L., & Bisognin, E. (2013). Jogos pedagógicos para o ensino de funções no primeiro ano do Ensino Médio. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 27(46), 579-595. Acedido a 21 de dezembro de 2015, em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2013000300016&lng=en&tlng=es.
- Swan, P., & Marshall, L. (2009). *Mathematical games as a pedagogical tool*. Acedido a 10 de novembro de 2015, em <http://recsam.edu.my/cosmed/cosmed09/AbstractsFullPapers2009/Abstract/Mathematics%20Parallel%20PDF/Full%20Paper/M26.pdf>.