ARGUMENTAÇÃO COLABORATIVA DE ALUNOS DO 5º ANO DE ESCOLARIDADE

Joana Silva

Instituto Politécnico de Viana do Castelo

joanapsilva82@gmail.com

Lina Fonseca

Instituto Politécnico de Viana do Castelo

linafonseca@ese.ipvc.pt

Resumo

A argumentação contribui para o desenvolvimento da compreensão matemática. Neste âmbito desenvolveu-se um estudo que analisou a qualidade da argumentação matemática de alunos do 5.º ano de escolaridade quando envolvidos na resolução de tarefas de perímetro e área. Para o concretizar utilizou-se uma abordagem de natureza qualitativa, com desenho de estudo de caso. Nesta comunicação apresenta-se parte do estudo realizado.

A investigadora assumiu o papel de observadora participante. Foi acompanhado um caso, constituído por um par de alunos. A recolha de dados realizou-se em ambiente natural de sala de aula e recorreu a tarefas, à observação, a registos áudio e vídeo e a entrevistas.

As conclusões permitem dizer que os argumentos apresentados foram algumas vezes completos, rigorosos e gerais, mas possuíam fragilidades que necessitaram do apoio da professora ou da investigadora para o par refletir sobre os argumentos usados e os reformular, se considerasse necessário. Na maioria das tarefas foi necessária a entrevista para que a argumentação se tornasse mais explícita e completa; as principais dificuldades prenderam-se com falta de diálogo entre o par na partilha do raciocínio, em ouvir-se e tentar compreender o modo como o outro pensa, em raciocinar sobre o pensamento do colega, em refletir e construir a contra argumentação. Estas dificuldades foram potenciadas por não ter havido trabalho prévio de desenvolvimento da argumentação, não estando o par habituado a esta dinâmica de trabalho. Assim, é essencial propor tarefas envolvendo a argumentação e esta opção deve ser prolongada no tempo, para que os efeitos se possam notar.

Palavras-chave: Raciocínio, argumentação, argumentação colaborativa, argumentação coletiva.

Introdução

Para o desenvolvimento do raciocínio matemático dos alunos, tal como preconizado pelo Programa de Matemática do Ensino Básico (ME, 2007), a capacidade de argumentar assume papel central a que importa atender. Pretende-se que os alunos justifiquem, argumentem e discutam argumentações de outros, formulem e testem conjeturas e exprimam e discutam ideias matemáticas. No que concerne à argumentação matemática o NCTM-APM (2007) refere que os vários programas de ensino não superior devem habilitar todos os alunos a desenvolver e avaliar argumentos e, por isso estes devem "discutir o seu raciocínio com o professor e os colegas, explicando em que se basearam para formular as suas conjeturas e a lógica das suas afirmações matemáticas" (p. 310). Deste modo os alunos tornar-se-ão "mais competentes na utilização adequada do raciocínio indutivo e dedutivo" (p. 31). Este estudo pretendeu analisar a qualidade da argumentação matemática de alunos do 5.º ano de escolaridade quando envolvidos na resolução de tarefas envolvendo perímetro e área. Para o orientar foram delineadas as questões seguintes: Como se caracteriza a argumentação matemática de alunos do 5.º ano de escolaridade? Como se caracterizam as dificuldades manifestadas por alunos do 5.º ano de escolaridade? Como é possível ultrapassar algumas das dificuldades?

Enquadramento Teórico

Argumentação

Alguns autores (e.g., Aberdein, 2008; Douek & Pichat, 2003; Fonseca, 2004; Mercer, 2000) entendem argumentos como sendo meios a que se recorre para apresentar raciocínios e são usados para convencer os interlocutores da credibilidade do que estamos a defender. Os argumentos tanto podem ser utilizados para apoiar como para refutar uma ideia.

O dicionário de Língua Portuguesa Contemporânea (Academia das Ciências de Lisboa, 2001) apresenta argumento como sendo: "Raciocínio, razão ou prova destinados a demonstrar a lógica, a verdade ou a falsidade de uma afirmação, uma doutrina…; dito ou escrito que contenha esse raciocínio. 2. Discussão, alteração, pugna verbal" (pp. 334-335). Argumentar é "1. procurar convencer ou demonstrar com argumentos; expor razões, fundamentos para provar, defender, atacar uma opinião, uma tese, …: apresentar argumentos contra ou a favor, fazer uma argumentação (…) 5. discutir um assunto; trocar razões ou argumentos que estão na base de opiniões". (p. 334) e argumentação é "1. Ação, resultado ou sistema de argumentar, de expor um conjunto de razões, fundamentos ou argumentos para provar uma tese, defender uma opinião, fundamentar uma crítica (…) 2. Conjunto de argumentos, de razões e provas ligadas entre si, para se chegar a uma conclusão ou para a justificar, coerente, convincente; fraca, forte". (p. 334).

Relativamente ao objetivo primordial da argumentação Fonseca (2004) suportando-se em Balacheff, refere que é o de "obter a concordância do interlocutor" (p. 65) e convencê-lo, e não "o de estabelecer a verdade da afirmação" (p. 65). Deste modo os resultados da argumentação, as resoluções dos problemas podem não ter caráter definitivo. Quando os alunos têm pontos de vista diferentes têm de contra argumentar relativamente aos argumentos dos outros, discutir, defender uma opinião com o objetivo de chegar a uma conclusão. Por seu lado, Komatsu (2009) refere que com a argumentação o pretendido é "que os estudantes cheguem a um consenso através de argumentos matemáticos, conciliando diferentes abordagens" (p. 394).

Neste estudo entende-se que argumentar é apresentar argumentos contra ou a favor, expor razões; defender e/ou atacar uma opinião, procurar convencer, com base em argumentos que demonstrem uma lógica, sobre a verdade ou a falsidade de uma afirmação.

As argumentações produzidas no dia-a-dia suportam-se em aspetos social e historicamente aceites. Uma criança começa a utilizar a argumentação em casa, junto dos amigos e em outras interações, sempre que pretende convencer alguém de alguma das suas ideias (Fonseca, 2004, referindo Duval). A forma e o tipo de argumentos que são apresentados variam consoante quem querem convencer. Pode convencer-se sem utilizar argumentos válidos ou gerais. Por vezes, os alunos verificam que um exemplo funciona numa determinada situação e aceitam-no como válido para todas as outras. Os argumentos que se apresentam têm como principal objetivo ser convincentes mesmo para aqueles que não tenham a mesma ideia. Estes argumentos podem prevalecer algum tempo ainda que sejam inadequados, sendo por isso necessário que passem por sucessivas etapas de contra-argumentação. Os que as conseguirem ultrapassar ficam com uma resistência reforçada. A resistência de um argumento é importante pois "fazer matemática é trabalhar com objetos resistentes" (Fonseca, 2004, p. 66). Numa argumentação, se os argumentos apresentados não resistirem devem ser reavaliados, readequados, reformulados, de modo a torná-los resistentes ou em última análise abandonados (Fonseca, 2004).

Para que argumentos convincentes resistam devem ser completos de modo a que o encadeamento dos raciocínios não apresente falhas. Se forem gerais elimina-se grande parte da possibilidade de ocorrerem falhas quando se pretende a generalização. Os argumentos que apresentem estas características podem não ser rigorosos, mas a comunidade onde foram produzidos e apresentados pode aceitá-los como tal. Fonseca (2004) considera que para constituírem uma justificação matemática os argumentos devem ser convincentes, completos, rigorosos, gerais e resistentes.

Os argumentos utilizados pelos alunos devem ter o poder de conseguir mudar as certezas dos seus colegas ou suscitar-lhes a necessidade de apresentação de novos argumentos que consolidem ou refutem os argumentos anteriores que inicialmente pareciam resistentes.

Argumentação coletiva e argumentação colaborativa

O processo de ensino-aprendizagem é um evento social e, devido ao contexto de sala de aula, a maioria dos formatos de argumentação são iniciados pelo professor, sendo ele que estabelece a negociação entre os vários participantes (Krummheuer, 1998). O investigador designa este processo de argumentação como interativo que contribui para "iniciar, orientar e avaliar a aprendizagem" (p. 224) de um aluno.

Hunter (2007) e Krummheuer (1995, 1998) defendem que a argumentação entre vários elementos pertencentes à turma, se designa por argumentação coletiva. Hunter (2007) considera que para que a argumentação coletiva se faça com sucesso, os alunos têm de ter conhecimento da importância de convencer os colegas e de estarem esclarecidos quanto às noções de discutir e de discordância. No momento em que a questão central é aceite por todos é porque a negociação dos argumentos foi efetuada com sucesso.

Na argumentação coletiva podem surgir aspetos negativos e o mais relevante parece ser o facto de os alunos poderem não concordar com as argumentações apresentadas mas, pelo contexto de sala de aula, não se sentirem à vontade para em grande grupo se exprimirem, acomodarem-se e não apresentarem o seu raciocínio. Assim, Krummheuer (1995) refere que, por vezes, a argumentação coletiva nas aulas de Matemática acontece com um acordo apenas sobre um núcleo da argumentação construída.

Krummheuer (1998) analisou, num pequeno grupo, a produção coletiva de argumentos por alunos do segundo ano de escolaridade. Os alunos produziam-nos não só com o objetivo de conduzirem a um resultado, mas também com o intuito de explicitarem as suas razões. Neste estudo o investigador concluiu que quando as crianças estão envolvidas ativamente na criação de argumentos, "podem ser apresentadas afirmações que não conduzem a um resultado ou a um consenso entre os intervenientes" (p. 227).

Na sala de aula os alunos devem trabalhar à imagem dos cientistas, baseando a discussão em argumentos, e não numa discussão agressiva (Andriessen, 2006). Para o autor na argumentação colaborativa os alunos trabalhem em pequenos grupos para resolver problemas e esperam chegar a um acordo no final, apresentando argumentos contra ou a favor e justificando. O autor defende que os alunos desenvolvem compreensão quando argumentam colaborativamente. No entanto, muitos alunos sentem que a argumentação é um desperdício de tempo, preferindo que os professores lhes deem as respostas. Se a argumentação se desligar da competição, de situações em que os alunos podem perder a face e se focar na compreensão, na explicação, no raciocínio e no sucesso interpessoal contribui-se para que os alunos não queiram apenas as respostas, mas pretendam argumentar em defesa das suas, pois a argumentação é um meio de experienciarem a autonomia e o poder da aprendizagem.

Hunter (2007) estudou diferentes formas de interação na sala de aula e como é que essas formas foram utilizadas para alterar o discurso dos alunos de modo a que todos participassem na argumentação colaborativa. Notou que quando os alunos trabalham em pequenos grupos estão envolvidos em participação colaborativa no diálogo matemático, quer como ouvintes quer como falantes e tentam prever as questões que os colegas colocarão para contra-argumentar. A investigadora recorria várias vezes ao "revoicing" para colocar os alunos, que tinham argumentado, a refletir sobre o que disseram e lançar novamente a necessidade de argumentarem. Nos momentos de discussão em grande grupo o professor passa a ser o organizador, orquestrando as participações dos alunos, para que as diferentes ideias sejam apresentadas e analisadas. A orquestração da discussão pelo professor permite que os alunos atribuam novos significados aos conteúdos e às estruturas de participação social na sala de aula (Forman & Ansell, 2002). Professores e alunos podem utilizar "revoicing" para modificar a forma como reivindicações argumentativas são propostas, justificadas e contestadas.

Para Cobb e Bauersfeld (1995), aquando da resolução de problemas em pequenos grupos, os alunos têm de ser participantes persistentes "para resolver problemas desafiadores, para explicar individualmente as suas soluções pessoais aos parceiros, ouvir e tentar compreender as explicações do companheiro na tentativa de chegar a um consenso sobre uma resposta, e, idealmente, um processo de resolução" (p. 27).

Vantagens da utilização da argumentação coletiva e colaborativa

Vários autores e organizações (e.g. Douek & Pichat, 2003; Godino, Batanero & Font, 2004, Gould, 2003; Hunter, 2007; NCTM-APM, 2007) referem benefícios da estimulação da argumentação e da apresentação do raciocínio do aluno à turma. A discussão em sala de aula foi considerada importante para a aprendizagem da matemática visto que é "importante para que os alunos conheçam os processos do pensamento matemático" (Gould, 2003, p. 165) e a argumentação matemática "contribui para o desenvolvimento partilhado da compreensão da matemática." (p. 166). Os alunos devem ser capazes de comunicar, organizar e criticar as suas ideias, interpretar as ideias dos outros, argumentar e contra-argumentar, havendo enriquecimento da sua perspicácia quando apresentam os seus argumentos e "os seus métodos de resolver problemas, quando justificam o seu raciocínio à turma e ao professor" (NCTM-APM, 2007, p. 67); "ouvir a explicação dos outros permite que os alunos desenvolvam a sua própria compreensão matemática" (p. 66) e os alunos tornar-se-ão “mais competentes na utilização adequada do raciocínio indutivo e dedutivo” (p. 310). Defendem que os principais benefícios da argumentação para os alunos são: (1) melhorar a capacidade de discussão ou de comunicação de informação matemática e de resolução de problemas matemáticos; (2) evoluir na capacidade de interpretar e avaliar criticamente a informação matemática; (3) consciencializar-se das suas dúvidas e se o que escrevem faz sentido; (4) desenvolver a sensibilidade para a importância do rigor no uso da linguagem; e (5) conhecer processos de pensamento matemático.

Andriessen (2006), Cobb e Bauersfeld (1995), Forman e Ansell (2002), e Smith e colaboradores (2009) apresentam benefícios para a utilização da argumentação colaborativa na sala de aula: (1) contribuir para uma melhor compreensão dos conceitos através de atividades que envolvam elaboração, raciocínio e reflexão; (2) ajudar os alunos a aprender sobre as estruturas argumentativas; (3) desenvolver a consciência social e a capacidade de colaboração em pequeno e grande grupo; (4) participar efetivamente em grupos de trabalho em contexto social, onde é exigido argumentar com competência; (5) preparar os alunos para saber viver em contexto social; (6) contribuir para desenvolver a capacidade de raciocínio; (7) dar oportunidade ao aluno de ouvir e/ou refletir sobre um enunciado; e (8) ajudar os alunos a transmitir as suas ideias clarificando-as para outros.

Metodologia

Para concretizar o estudo utilizou-se uma abordagem qualitativa e optou-se por um *design* de estudo de caso, pelo interesse em compreender o que os alunos dizem e como realmente pensam (Bogdan & Biklen, 1994; Vale, 2004).

O grau de envolvimento da investigadora com os alunos foi variável, assumindo diferentes papéis de atuação na sala de aula. Durante a resolução das tarefas, devido ao tipo de interação estabelecida com os participantes no estudo, a investigadora foi observadora participante, mas não docente da turma. No momento da apresentação e discussão coletiva das tarefas era a professora titular que geria a aula, intervindo a investigadora apenas pontualmente. A turma do 5º ano de escolaridade era constituída por 22 alunos que tinham idades compreendidas entre os 9 e 14 anos. Para promover o debate de ideias os alunos trabalharam sempre em pares.

Nesta comunicação apresenta-se o trabalho de um caso, o par constituído pelo Eduardo e o Diogo. Estes alunos tinham uma autoestima bastante elevada relativamente às suas capacidades matemáticas, consideravam-se bons alunos, eram assim considerados pelos colegas e tinham bons resultados nas avaliações de matemática. Ao escolher este par pretendeu-se observar como é que cada um aluno convencia o colega, porque ambos consideravam ter razão.

Os dados foram recolhidos, durante dois meses, através de vários instrumentos, tais como tarefas (treze), observação direta, registos de observações, entrevistas, resoluções produzidas pelos alunos e gravações vídeo e áudio, de modo a permitir uma descrição minuciosa e a triangulação dos dados (Vale, 2004). Apesar do contacto direto em sala de aula permitir a observação, nem sempre foi possível compreender os raciocínios que levaram os alunos a determinada argumentação. Nesses casos, as entrevistas permitiram colmatar esta limitação. Na exploração de cada tarefa foi seguido o mesmo procedimento: distribuída a tarefa e o material, lido o enunciado, a tarefa era resolvida pelos pares. Após a resolução promovia-se a apresentação e discussão em grande grupo, orientada pela professora da turma, para que os alunos pudessem analisar, argumentar e apresentar diferentes estratégias, com a finalidade de construírem uma argumentação coletiva. Durante a resolução os pares, que tivessem dúvidas, solicitavam esclarecimentos às duas professoras presentes. As entrevistas foram efetuadas pouco tempo após a realização das tarefas para que os alunos tivessem presente o seu trabalho. Revelaram-se necessárias para obter informações que não puderam ser obtidas pela observação, nem o contexto de sala de aula permitiu que fossem exploradas.

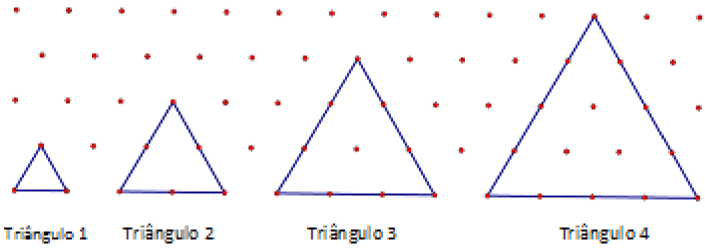
De acordo com os dados recolhidos, o quadro teórico (Fonseca, 2004; Hunter, 2007; Andriessen, 2009; Krummheuer, 1995, 1998) e as questões de investigação foram estabelecidas categorias de análise para apreciar a qualidade da argumentação. Definiram-se três níveis para a qualidade da argumentação: bom, médio e fraco. Considerou-se a correção dos conceitos matemáticos usados e do raciocínio construído, a qualidade da generalização, da linguagem matemática e dos registos efetuados e as caraterísticas dos argumentos.

Apresentação e Discussão de Resultados

Apresenta-se a resolução do par relativamente a uma tarefa, a tarefa 7.

TAREFA 7

Na figura estão representados quatro triângulos equiláteros.



a) Desenhem os dois triângulos seguintes.

b) Considerando como unidade de medida de comprimento a base do triângulo da Fig.1, completem a seguinte tabela.

Triângulo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
N.º de pontos na base	**2**	3				
Perímetro dos triângulos	**3**	6				

Observem os números que representam o número de pontos da base. Que números são?

Qual a relação entre o número do triângulo e o número de pontos da base? Expliquem como pensaram.

c) Observem os números que representam o perímetro do triângulo. Que números são?

d) Identificam alguma relação entre o número do triângulo e o seu perímetro? Expliquem o raciocínio.

e) Considerando como unidade de área a área do triângulo da Fig.1 completem a seguinte tabela.

Triângulo	1	2	3	4	5	6
Área do triângulo geral	1					

Observem os números que representam a área. Que números são?

f) Qual a área do triângulo 8? Como descobriram?

g) Qual a área do triângulo 30? Expliquem como pensaram.

h) O modo como pensaram convence os vossos colegas? Porque dizem isso?

Os alunos leram a tarefa e começaram por contar o número de pontos da base de cada um dos triângulos apresentados. Verificaram que existia regularidade entre eles, permitindo-lhes desenhar os dois próximos triângulos. O Diogo disse que "o número de pontos da base é mais um que o número". Observaram corretamente as alterações entre as figuras e desenharam os triângulos seguintes, corretamente e sem dificuldade.

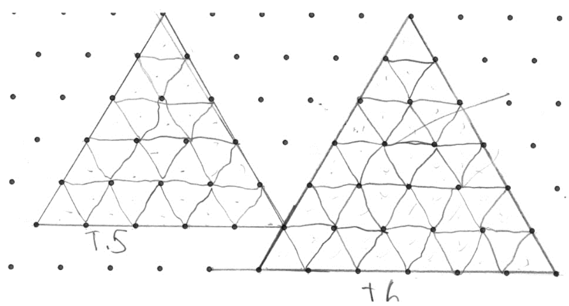


Figura 1. Resposta do par à alínea a)

Depois do desenho passaram à alínea b). A primeira reação do Diogo após a leitura do enunciado foi a de contar o número de pontos e a medida do perímetro, para preencherem a tabela.

Triângulo	1	2	3	4	5	6
N.º de pontos na base	2	3	4	5	6	7
Perímetro dos triângulos	3	6	9	12	15	18

Figura 2. Preenchimento da tabela relativa à alínea b)

O Diogo repetiu o que já tinha dito que "o número de pontos da base é mais um que o número" e o Eduardo acrescentou, com linguagem mais correta, que "o número de pontos de cada lado do triângulo é mais um do que o número do triângulo". Identificaram a relação pedida em b) como sendo "os números seguidos".

R: Numeros interos e seguidos ex 3,4,5,6,7.

Figura 3. Resposta do par à primeira parte da alínea b)

Tiveram dificuldade em interpretar a segunda parte de b) e pediram a ajuda da investigadora. Através da observação da tabela concluíram corretamente, mas sem justificarem

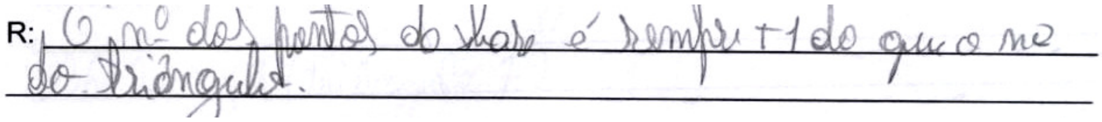


Figura 4. Resposta do par à segunda parte da alínea b)

Para responder a c) identificaram os valores encontrados para o perímetro como sendo da tabuada do três, tendo respondido “São números múltiplos de 3”. Para responder a d) indicaram “perímetro do triângulo… número da figura vezes três”. Só na entrevista é que o Diogo justificou que o perímetro é “o número da figura vezes 3” e o Eduardo acrescentou “porque tem três lados!”. Questionados sobre o perímetro de um triângulo de lado 100, o Diogo respondeu “se for o 100 é 3x100”. A investigadora desafiou o par:

> Inv - “Agora qual vai ser o perímetro de um triângulo de ordem qualquer, por exemplo n?”
> Edu – Mas eu não sei quanto tem de lado!
> Inv. – É n!
> Diogo – Já sei! Contamos os da base…
> Edu – É!? E quanto tem a base?
> Diogo – n!
> (…)
> Inv. – n vai ser uma ordem qualquer de um triângulo. Como calculo o perímetro para essa figura?
> Edu – É um triângulo?
> Inv. – É.
> Edu – Lado mais lado mais lado.
> Inv. – Mas nós dissemos que era n.
> Diogo – Perímetro….
> Inv. – Explica Diogo.
> Diogo – O triângulo n é que em vez de ter o três vai ter o n.
> Edu – Ah, já sei!
> Inv. – Então como fica o triângulo n?
> Diogo – l+l+l.
> Inv. – Mas é n de lado!
> Edu – n+n+n.
> Inv. – Ou?
> Diogo e Edu [em coro] – 3xn

Com incentivo e apoio conseguiram generalizar e escrever a expressão algébrica do perímetro de qualquer triângulo da sequência.

Quando leram a alínea e) a primeira reação do Diogo foi “como se calcula a área do triângulo?”, mas logo concluiu que “ah, já sei! Pegamos na área deste triângulo [Triângulo 1] e vemos em cada um quantos tem”. O Eduardo ficou com algumas reservas e, para esclarecer, achou necessário perguntar à professora.

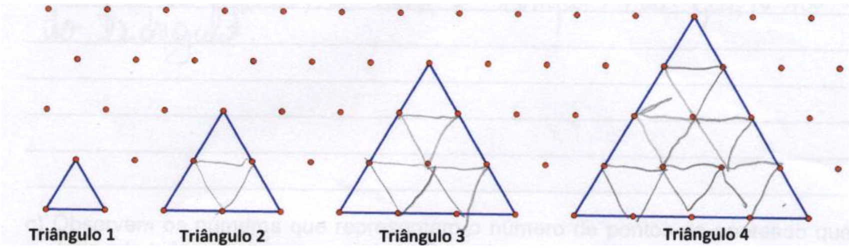


Figura 5. Divisão dos triângulos para obtenção da área

De seguida contaram o número de triângulos unitários contidos em cada triângulo e preencheram a tabela.

	x1	x2	x3	x4	x5	x6
Triângulo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Área do triângulo geral	**1**	4	9	16	25	36

3+ 5+ 7+ 9+ 11+

Figura 6. Preenchimento da tabela relativa à alínea e)

Começaram por assinalar a relação aditiva entre um termo da sequência e o termo seguinte. O Diogo observou que o número obtido para a área de cada triângulo era o resultado de multiplicações especiais, dizendo “1x1, 2x2, 3x3, 4x4, 5x5, 6x6, 7x7…”. Assinalaram na parte de cima da tabela (Fig. 6) o número pelo qual era necessário multiplicar cada número do triângulo, para obter a sua área. O Eduardo disse-lhe “é a tabuada!”. O Diogo parecia que não sabia como transmitir o que eram aquelas multiplicações e pediu ao colega que escrevesse.

3+ 5+ 7+ 9+ 11+

Observem os números que representam a área. Que números são?

R: São múltiplos da tabuada do respetivo triângulo

A soma de um nº ímpar mais um nº par dá sempre um nº ímpar.

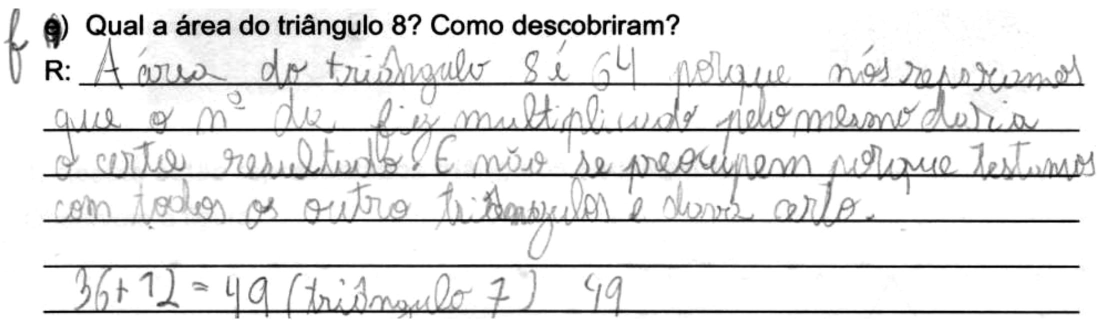
Figura 7. Resposta do par à alínea e)

A resposta revelou dificuldades no uso da linguagem matemática e, como tal, tiveram dificuldade em explicar o raciocínio. Na entrevista foi pedido esclarecimento.

> Inv. – Escreveram: “São múltiplos da tabuada do respetivo triângulo”. Não percebi o que querem dizer com isto.
> Diogo – Aqui?
> Inv. – Sim.
> Edu – 1x1 dá 1.
> Diogo – 2x2 dá 4…
> Inv. – Não me podem dizer isso de outra forma?
> Diogo – Multiplicando o respetivo número pelo mesmo.
> Edu – Nós reparámos que o número da figura 1 dava um certo resultado e testamos nas outras figuras e dava certo!
> Inv. – Não percebi?!

Diogo – 8x8 é 8.
Inv. – Como?
Diogo – 64.
Edu – 62. Ai não, 64!
Diogo e Edu – 2x2 4; 3x3 9; 4x4 16…

Para a área do 8º triângulo justificaram


f) Qual a área do triângulo 8? Como descobriram?

R: A área do triângulo 8 é 64 porque nós reparamos que o nº de fiz multiplicado pelo mesmo dava o certo resultado. E não se preocupem porque testamos com todos os outro triângulos e dava certo.

36+12 = 49 (triângulo 7) 49

Figura 8. Resposta do par à alínea f)

Apesar de não ter sido pedida a área do 7º triângulo o par indicou-a, procedendo por recorrência a partir da área do 6º triângulo. No entanto, enganaram-se no número que adicionaram, o doze, em vez do 13. Parece que o Diogo quis manifestar que a resposta apresentada era convincente por ter dito e escrito “não se preocupem porque testámos com todos os outros triângulos e dava certo”. No entanto, não apresentaram exemplos do que se estavam a referir ao dizer “testámos com todos os outros”. Ao serem interpelados para esclarecer o que queriam dizer, o Diogo e o Eduardo acharam que já estava tudo bem explicado.

Para a área do 30º triângulo justificaram do seguinte modo:

Diogo – [Lê a questão e escreve a área do triângulo 30]
Diogo e Edu – 30x30.
(…)
Diogo – 30x30 é 900. Ah ya, agora nem precisámos de escrever muito. Pensámos da mesma maneira que na alínea anterior.

Os argumentos apresentados pelo Diogo, aparentemente, foram convincentes porque conseguiu transmitir à turma o seu raciocínio de forma clara e simples e não houve qualquer questão ou pedido de esclarecimento.

Na alínea h) disseram que o seu raciocínio convencia os colegas, pois fizeram a sua verificação nos outros triângulos, ficando assim esclarecidos,

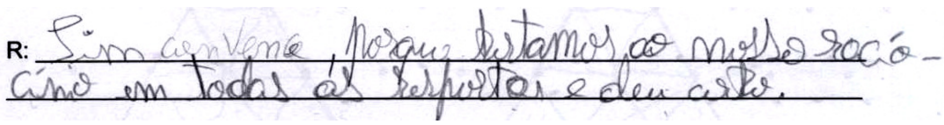

R: Sim convence, porque testamos o nosso raciocínio em todas as respostas e deu certo.

Figura 9. Resposta do par à alínea h)

O par apresentou argumentos gerais para o perímetro pois indicaram-no para qualquer triângulo da sequência, recorrendo mesmo à linguagem algébrica. Para a área, como ainda não conheciam os quadrados perfeitos, conseguiram verificar que aqueles números eram especiais, mas tiveram dificuldades em generalizar algebricamente, apesar de terem indicado corretamente a área do 30º triângulo. Durante a resolução da questão o par conversava e solicitava a ajuda da professora para esclarecer o que era pedido. No final mostraram-se em concordância, satisfeitos com a resposta e convencidos de que escreveram o esperado e corretamente. Quando questionados na aula explicaram prontamente como tinham pensado. No entanto, poderiam ter-se explorado mais as suas participações para que explicassem melhor, de forma mais completa e rigorosa, mas a gestão do tempo de aula não foi nesse sentido.

O nível da argumentação colaborativa do par foi média porque, apesar de se verificarem algumas situações menos corretas, souberam trabalhar em conjunto partilhando conhecimentos matemáticos, raciocinando sobre o que o outro dizia, mas ainda refletindo pouco. Numa das situações, quando discordaram, para desfazer a divergência, em vez de contra-argumentarem um com o outro, chamaram a professora. Verificou-se que nem sempre conseguiam ouvir o colega porque cada um falava do seu raciocínio e, por vezes, em simultâneo. Na entrevista reconheceram que "devíamos ser mais organizados a falar". Durante o trabalho escrito surgiram, pontualmente, momentos de argumentação agressiva em que não se souberam ouvir e nada ou pouco refletiram "Tu és maluco!" (Diogo) ou "Está calado." (Eduardo).

As dificuldades que surgiram prenderam-se com a compreensão de questões da tarefa; a forma como partilhavam o raciocínio um com o outro; a apresentação de argumentos para justificar a sua discordância; a necessidade extrema do aval da professora para confirmar qual dos dois estava certo e/ou ajudar a chegar à resposta correta. Apesar de não considerarem a professora como a única transmissora do conhecimento, nos momentos de insegurança e dúvida recorreram à pessoa que consideravam como detentora da verdade. Consideraram as descobertas fascinantes, pois se entendiam as estratégias de resolução escolhidas de "alto nível" (Diogo) reagiam satisfatoriamente e o Diogo até mesmo com euforia.

Conclusões

O tipo de tarefas que lhes foi apresentado e a dinâmica de trabalho de sala de aula foi diferente do que os alunos estavam habituados, pelo que, inicialmente, os argumentos que apresentavam possuíam muitas fragilidades. Este aspeto pode dever-se ao facto de os alunos não terem conhecimento que para argumentarem matematicamente necessitavam de recorrer a justificações para apoiarem as suas "reivindicações, convencer os seus colegas e professor" (Gould, 2003, p. 166) e que o que era desejado era que chegassem "a um consenso através de argumentos matemáticos, conciliando diferentes abordagens." (Komatsu, 2009, p. 394). Assim, os alunos necessitaram de apoio em todas as tarefas para que conseguissem explicar a forma como pensaram e apresentassem os seus argumentos matemáticos. Por vezes não viam grande interesse em explicar o modo como pensaram e preferiam esperar pelo diálogo em grande grupo, a fim de obterem uma resposta, do que tentar construir a sua resposta, situação concordante com Andriessen (2006), de que, atualmente, muitos alunos sentem que a argumentação é um desperdício de tempo, preferindo simplesmente que os professores lhes deem as respostas.

O par conseguiu apresentar algumas vezes argumentos completos, rigorosos e convincentes. Pontualmente conseguiram apresentar argumentos gerais e resistentes, como, na tarefa 7 no caso do perímetro. No entanto, apenas pontualmente o conseguiram realizar de forma autónoma, pois na maioria das situações necessitaram de orientação, quer na aula quer na entrevista. Algumas das situações aconteceram na entrevista e, por isso, foi difícil testar a resistência dos argumentos apresentados e verificar se seriam convincentes na turma. A gestão do tempo em sala de aula nem sempre permitiu que o par sustentasse as suas opções. Na maior parte das situações, falharam ao nível da generalização ou do rigor, por vezes pela dificuldade em utilizar linguagem matemática adequada.

Nas discussões na turma houve momentos em que se conseguiu a interação entre vários alunos para alcançar uma argumentação coletiva, parecendo os alunos ter, mesmo que de momento, a noção da importância de argumentar para convencer os colegas e as noções de discutir e de discordância, tal como referido por Hunter (2007) e Krummheuer (1995, 1998).

As principais dificuldades dos alunos manifestaram-se na falta de diálogo no par; na partilha do raciocínio; em ouvir-se e tentar compreender a forma como o outro pensa; em raciocinar sobre o pensamento do colega; em refletir e construir a sua contra argumentação. Estas dificuldades podem dever-se à falta de contacto com esta dinâmica de trabalho que exige a participação ativa e reflexiva dos alunos.

A discussão em grande grupo tentando construir uma argumentação coletiva foi importante. Se não se procedesse à discussão coletiva e à apresentação de argumentos muitos dos raciocínios, formas de resolução e argumentos não teriam surgido. Importa implementar de modo continuado esta dinâmica em sala de aula, para que a capacidade de argumentar se desenvolva nos alunos.

Na maioria das vezes a professora foi a orientadora da tarefa, mas algumas vezes não se certificou "se as ideias matemáticas foram aprendidas" (Smith et al. 2009, p. 550). Este obstáculo surgiu pela dificuldade em gerir o tempo de aula, fazendo com que se apressassem os alunos para a obtenção da resposta certa e não se permitisse que todos, os que queriam participar, expusessem de forma calma o seu raciocínio, contribuindo deste modo para baixar o nível cognitivo da tarefa. Ao permitir ao aluno apresentar os seus argumentos, repetir, reformular a sua argumentação, refletir sobre os argumentos dos colegas e todas as restantes interações envolvidas nesta didática de sala de aula contribuiu-se para que os alunos expressassem progressivamente melhor as suas ideias.

Pela experiência vivida e pelos resultados obtidos concluiu-se que a argumentação deve ser implementada ao longo do tempo, nos vários conteúdos, com todos os alunos para permitir que evoluam e melhorem a sua capacidade de argumentar. O tempo é um grande obstáculo para a implementação desta dinâmica mas, como foi possível verificar neste estudo, os alunos evoluíram, num curto intervalo de tempo, melhorando a qualidade da sua argumentação.

Referências

Aberdein, A. (2008). *Humanities and communication.* USA-Melbourne: Florida Institute of Technologt-West University Boulevard.

Academia da Ciências de Lisboa (2001). *Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea.* Lisboa: Editorial Verbo.

Andriessen, J. (2006). Arguing to learn. In K. Sawyer. (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, pp. 443-459. Cambridge: Cambridge University Press.

Bauersfeld, H. (1995). "Language Games" in the Mathematics Classroom: Their Function and Their Effects. In P. Cobb & H. Bauersfeld, *The emergence of mathematical meaning: interaction in classroom cultures,* pp. 271-292. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Coleção Ciências da Educação. Porto: Porto Editora.

Cobb, P., & Bauersfeld, H. (1995). *The emergence of mathematical meaning: interaction in classroom cultures.* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Douek, N., & Pichat, M. (2003). *From Oral to Written Texts in Grade I and the Long Term Approach to Mathematical Argumentation.* IUFM de Créteil UFR de Psychologie. Paris: Université Paris. Italia: *CERME 3*: Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education. Acedido em 15 de setembro de 2010, http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups/TG4/TG4_Douek_cerme3.pdf.

Fonseca, L. (2004). *Formação inicial de professores de matemática: A demonstração em geometria.* Tese de Doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Forman, E., & Ansell, E. (2002). Orchestrating the multiple voices and inscriptions of a mathematics Classroom. *Journal of the Learning Sciences*, 11 (2&3), pp.251-274. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Godino, J., Batanero, C. & Font, V. (2004). *Ensenanza y Aprendizaje de las Matemáticas.* Projeto Edumat-Maestros.

Gould, P. (2003). Developing mathematical reasoning through argumentation. *Proceedings of the 27th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, vol. 2, pp. 163-168. Australia: PME.

Hunter, R. (2007). Can You Convince Me: Learning To Use Mathematical Argumentation. *Proceedings of the 31th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, vol.3, pp. 81-87. Seoul: PME.

Komatsu, K. (2009). Pupils explaining process with manipulative objects. *Proceedings of the 33th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, vol. 4, pp. 393-400. Grace: PME.

Krummheuer, G. (1998). Formats of Argumentation in the Mathematics Classroom. In H. Steinbring, M. G. Bartolini Bussi & A. Sierpinska (Eds.), *Language and Communication in the Matehamtics Classroom*, pp. 223-234. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.

Krummheuer, G. (1995). The ethnography of argumentation. In P. Cobb & H. Bauersfeld (Eds.), *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom culture*, pp.229-269. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Mercer, N. (2000). *Words and minds: How we use language to think together*. London: Routledge.

Ministério da Educação (2007). *Programa de matemática do Ensino Básico. Lisboa: ME – DGIDC.*

NCTM-APM (2007). *Princípios e Normas para a Matemática Escolar.* Lisboa: APM.

Smith, M., Hughes, E., Engle, R. & Stein, M. (2009). Orchestrating Discussions. *Mathematics teachers in the middle school, 14* (9), 549-556. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.

Stake, R. (2009). *A arte da investigação com estudos de caso*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Vale, I. (2004). Algumas Notas sobre Investigação Qualitativa em Educação matemática – O Estudo de caso. In Vale, I., Portela J., & Subtil J., *Revista da Escola Superior de Educação*, 5, pp.171-202. Escola Superior de Viana do Castelo.