O ACESSO À PARTICIPAÇÃO DE UM ALUNO CEGO NAS AULAS DE MATEMÁTICA

Nuno Santos, Escola Secundária de Vitorino Nemésio & Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências
nuno@teacher.com

Margarida César, Universidade de Lisboa,. Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências

As interacções sociais desempenham um papel importante na construção do acesso às ferramentas culturais da Matemática, em especial no caso de alunos cegos (Batista, 2005; Ochaíta, 1993; Vygotsky, 1932/1978). Analisamos um episódio interactivo para apresentar três tipos de interacções sociais que emergiram da análise dos dados recolhidos num estudo de caso intrínseco de natureza qualitativa/interpretativa com um aluno cego do 12.º ano de escolaridade a frequentar a disciplina de Matemática-A, numa escola regular, revelando sucesso académico. A solicitação de feedback, o complemento de informação verbal e a informação gestual são três elementos que nos permitem caracterizar as interacções sociais entre a professora e este aluno, promovendo o acesso às ferramentas culturais da Matemática.

Social interactions play an important role in the access to the cultural tools of mathematics, especially for blind students (Batista, 2005; Ochaíta, 1993; Vygotsky, 1932/1978). We analyse an excerpt of an interaction to present three kinds of social interactions that emerged from the data analysis of a qualitative/interpretative intrinsic case study regarding a blind student, in the last year of secondary school (12th grade), attending a mathematics class in a regular school and presenting academic achievement. Feedback, verbal information's complement and gesture information are three elements that allow us to characterize social interactions between this teacher and this blind student, promoting his access to mathematics cultural tools.

Introdução:

Com a declaração de Salamanca, a educação dos alunos caracterizados como apresentando necessidades educativas especiais, entre os quais se incluem os alunos cegos, passou a ser enquadrada pelos princípios da educação inclusiva (UNESCO, 1994). Actualmente, esta noção assumiu uma maior abrangência e, por isso, cabe às escolas criar condições para que todos os alunos, incluindo os alunos cegos, possam ter acesso às ferramentas culturais das diferentes disciplinas, proporcionando, assim, oportunidades equitativas de sucesso académico (Bénard da Costa, 2006; César & Ainscow, 2006) e facilitando, também, a sua inclusão social (César, 2003; César & Santos, 2006).

As interacções sociais são um dos elementos que concorrem para a configuração de cenários de educação formal mais inclusivos, podendo contribuir para derrubar algumas das barreiras com que alguns alunos se deparam no acesso às ferramentas culturais das diferentes disciplinas (Bénard da Costa, 2006; César & Santos, 2006; Vygotsky, 1932/1978). No caso dos alunos cegos, as interacções sociais assumem uma especial importância por se constituírem como um meio que permite organizar e integrar as informações com origem nos outros sentidos (Batista, 2005; Ochaíta, 1993; Tobin, Bozic, Douglas, Greaney, & Ross, 1997). Assim, permitem compensar as informações a que os alunos cegos poderiam não ter acesso por não poderem recorrer ao sentido da visão. Por isso, Cullata, Tompkins e Werts (2003) consideram que, na organização do trabalho na sala de aula, que inclui alunos cegos, é de grande importância o recurso a uma linguagem que designam por descritiva. Trata-se de uma linguagem onde se procura tornar explícito o contexto e respectivos elementos a que nos pretendemos referir, evitando o recurso a expressões como "aqui" ou "aquele", por exemplo, optando por explicitar, verbalmente, os conceitos ou aspectos das representações gráficas a que estas se referem. Contudo, o desenvolvimento das crianças cegas não pode apenas centrar-se no elemento da linguagem oral, como destaca Batista (2005). A estimulação dos outros sentidos, entre os quais se encontra o tacto, é de grande importância para estes alunos.

No que respeita à educação matemática, diversos autores sustentam que as conexões entre os novos conhecimentos matemáticos e os conhecimentos matemáticos já apropriados pelos alunos desempenham um papel fundamental na aprendizagem (ver Bishop & Goffree, 1982; Jaworski, 2002; Serrazina, 1996; entre outros). Estas conexões contribuem para que os alunos tenham uma visão da Matemática como um todo, em que os diferentes conteúdos estão em articulação uns com os outros, não se apresentando de forma isolada. Segundo Bishop e Goffree (1982), na comunicação em cenários de educação formal, nomeadamente nas aulas de Matemática, o professor deve ter como preocupação, durante a introdução de novos conceitos e procedimentos, de estabelecer pontes entre eles e os conceitos e procedimentos matemáticos que os alunos entretanto já apropriaram. Este é, também, um dos elementos destacados por Batista (2005), no domínio da educação dos alunos cegos. Como nos referem Bishop e Goffree (1982), o estabelecimento de conexões torna-se mais eficiente se existir *feedback* por parte dos alunos sobre quais os conceitos e procedimentos já apropriados, para que o professor a eles possa recorrer nas discussões gerais, com a turma. Será interessante observar de que forma estes elementos – processos interactivos e estabelecimento de conexões - podem contribuir para a promoção do acesso às ferramentas culturais da Matemática, nomeadamente de alunos cegos.

Metodologia:

Este trabalho faz parte de um estudo mais vasto, inserido no Nível 3 do projecto Interacção e Conhecimento, ou seja, no nível que se refere aos estudos de caso (César, 2007). O problema que motivou este estudo relaciona-se com as barreiras à construção do acesso dos alunos cegos às ferramentas culturais da Matemática. Recorremos a um estudo de caso intrínseco (Stake, 2000), de natureza interpretativa (van der Maren, 1996), de um aluno cego. O Ricardo (nome fictício, para proteger o anonimato) tinha 17 anos de idade e encontrava-se a frequentar o 12.º ano de escolaridade, do Agrupamento Científico-Natural numa escola da região da grande Lisboa, apresentando sucesso académico a diversas disciplinas, entre as quais a matemática. Pretendíamos, assim, iluminar como se constroem casos de sucesso em alunos cegos que frequentam o ensino secundário, pois uma das formas de aprender a ultrapassar barreiras consiste em estudar casos de sucesso (Stake, 2000). Neste estudo participaram, além do aluno cego e colegas de turma, a professora de matemática, a que chamámos de Sofia, que acompanhou este aluno desde o 10.º ano de escolaridade.

Os dados recolhidos tiveram origem num conjunto diverso de instrumentos e fontes, no sentido de, por um lado, enriquecer o estudo com evidências empíricas e, por outro, assegurar a sua validade, através da triangulação (van der Maren, 1996). Os instrumentos de recolha de dados foram a observação participante de um conjunto de aulas de 90 minutos de matemática, desde o final do 1º período (Dezembro) até ao final do ano lectivo (Junho), tendo sido estas áudio gravadas, para posterior análise de episódios interactivos, e registadas as observações no diário de bordo do investigador; entrevistas áudio gravadas; conversas informais, bem como documentos e protocolos produzidos pelo aluno e outros elementos da comunidade educativa. Procedemos a uma análise de conteúdo aprofundada e sucessiva dos dados recolhidos, da qual emergiram categorias e subcategorias indutivas, que contribuíram para a construção de uma descrição do caso que permitisse iluminar o problema em estudo (Merriam, 1988).

Resultados:

Do estudo das interacções sociais entre a professora de Matemática e o Ricardo destacam-se três categorias: a solicitação de feedback, pela sua frequência ao longo das aulas observadas; o complemento de informação verbal e a informação gestual, duas formas de interagir que encontrámos mais restritas à Sofia e ao Ricardo, relacionando-se directamente com as características deste aluno: ser cego. No episódio interactivo que a seguir transcrevemos podemos identificar estes três estilos interactivos. Este episódio teve lugar numa aula de Matemática em que os alunos colocavam algumas das dúvidas que surgiram durante a resolução de exercícios, no tema dos números complexos.

		[Esta aula tinha como objectivo a resolução de exercícios de aplicação de conteúdos já leccionados. Os alunos começaram por indicar alguns exercícios nos quais tiveram dúvidas]
457	Sofia:	Vinte e quatro, página cento e vinte e três. [A professora escreve no quadro] Página cento e vinte e três, exercício vinte e quatro. Então é assim… vou dizer primeiro o enunciado. Ricardo… o complexo z_1… chhhhhhhh… $3cis\frac{\pi}{4}$… estás a ver onde é que ele está, não estás? Está na recta y igual a…
458	Ricardo:	x
459	Sofia:	x. E tem comprimento três. Ok. Este complexo, tem por afixo um dos vértices do hexágono… do hexágono regular representado na figura. E esse hexágono é regular, portanto tem os lados todos iguais e está centrado na origem do referencial. Estás a ver?
460	Ricardo:	Sim
461	Sofia:	Pronto. Então eu vou tentar fazer aqui. E é isso que eu ‘tou a fazer. Portanto, e ‘tou a fazer, além do hexágono estou a colocar a cheio no boneco a circunferência que inscreve o hexágono. Está bem?
462	Ricardo:	Sim
463	Sofia:	Portanto a circunferência que inscreve o hexágono. O hexágono está inscrito na circunferência. [Tosse] Portanto, uma circunferência de que raio, já agora? Ricardo…
464	Ricardo:	Humm… raio três.
465	Sofia:	Lindo menino… raio três. Ok. Então… está aqui um ponto, humm, o complexo z_1 que é $3cis\frac{\pi}{4}$. Portanto está sobre a recta, y = x. Está bem? Faz-se uma recta e $\frac{\pi}{4}$ e depois isto está desenhado da seguinte maneira. [A Sofia aproxima-se do Ricardo e com as mãos dele faz a representação na mesa das posições dos vértices]

Isto é um vértice, Ricardo. O outro vértice, andando no sentido positivo, um [Palavra Imperceptível] a ele, está no segundo quadrante num sítio que não ‘tá indicado. Humm… depois o terceiro vértice ainda está no segundo quadrante mais próximo dooo…. Pi. Ainda está aí. O terceiro, vértice… sempre no sentido dos… no sentido positivo está no terceiro quadrante e, de certeza, que está aqui algures… humm… na recta y = x.

466 Ricardo: Sim

467 Sofia: Depois o… já fiz… um, dois, três, quatro… o quinto está no quarto quadrante e que, em principio é simétrico daquele que está no segundo quadrante. Está bem? E depois há um outro…o último vértice, perto do eixo dos xx, perto do 2π e que é simétrico daquele que está no segundo quadrante. O segundo do segundo quadrante. Estás a imaginar, não estás?

468 Ricardo: Sim

(…)

475 Sofia: (…) e a pergunta é a condição que define o lugar geométrico sombreado – e o que está a sombreado é o sector circular que está no segundo quadrante, entre os dois vértices… limitado pela circunferência… o… e os raios que contêm os dois vértices, que estão no segundo quadrante, do hexágono – Agora viste tudo? Está bem?

476 Ricardo: Sim

[A Sofia descreve ao Ricardo cada uma das expressões da escolha múltipla. O Ricardo, após conhecer as opções, indica a sua resposta – d) – sem que a professora chegue a ouvir. A professora ouve opiniões de outros alunos quanto à resposta.]

492 Sofia: Pronto, então é assim… peço desculpa… mas vou perguntar outra vez ao Ricardo… mas preciso de ver se ele conseguiu perceber isto…. Há aqui duas que se vão logo embora porquê?

493 Ricardo: Por causa do raio.

494 Sofia: Por causa do raio, lindo menino. Ricardo, quais é que se vão embora? É as que têm…

495 Ricardo: Raio igual a 9.

[A professora explora questionando os alunos e o Ricardo algumas das propriedades da figura relativamente aos argumentos associados aos vértices.]

513 Sofia: (…) Então Ricardo, és capaz de me dizer qual é a condição?

514 Ricardo: É a última, é a d).

(O3, Aula de 26 de Maio de 2006)

Este episódio interactivo inicia-se com a professora o comunicar os números do exercício e da página, da dúvida colocada por um dos colegas do Ricardo, passando, então, a descrevê-lo para o Ricardo. Antes de o fazer, contudo, diz o nome deste aluno (Fala 457), chamando a sua atenção para o que iria dizer a seguir. A necessidade de descrever o exercício ao Ricardo resulta deste aluno não ter consigo o manual adoptado nas aulas, transcrito para braille.

A Sofia solicita, com frequência, *feedback* do Ricardo, que caracterizamos como sendo uma interacção na qual ela pode querer saber se este aluno está a acompanhar o que está a ser dito e feito na aula, se está a perceber, ou se se lembra de alguns dos conceitos já estudados. A professora, durante a descrição do enunciado (da Fala 457 à Fala 475), vai solicitando o *feedback* do Ricardo (final das Falas 457, 459, 461, 463, 467 e 475). Quando a Sofia pergunta ao Ricardo se ele está a ver onde se encontra o complexo $3cis\frac{\pi}{4}$ (Final da Fala 457), de forma a poder avaliar se ele conhece a sua localização no plano de Argan, procura recorrer a conhecimentos anteriores. O complexo encontra-se sobre uma recta, que terá de inclinação 45º (ou $\frac{\pi}{4}$ radianos), tratando-se da bissectriz dos quadrantes ímpares, que os alunos conhecem desde o 10.º ano de escolaridade, e que tem equação y=x. É o Ricardo quem completa a frase da professora (Fala 458) indicando, assim, que conhece uma parte da localização deste complexo.

A professora estabelece conexões entre diferentes conceitos da matemática quando descreve figuras ao Ricardo, explicitando muitas propriedades das figuras: "(...) hexágono é regular, portanto tem os lados todos iguais (...)" (Fala 459). Mesmo que essas conexões não sejam imediatamente necessárias, elas permitem enriquecer a descrição da figura, facilitando a sua compreensão e ajudando o Ricardo a construir uma imagem mental dessa mesma figura. Este é um dos elementos que é reforçado por Cullata e seus colaboradores (2003) nas interacções sociais com alunos cegos.

Os momentos em que a Sofia descreve a figura ao Ricardo são aqueles que caracterizamos como complemento de informação verbal. Estas descrições, não apenas neste episódio interactivo mas em outros que analisámos, vão sendo pontuadas por solicitações de *feedback*, que levam o Ricardo a ir relacionando as informações fornecidas pela Sofia, entre si e com outros conceitos. Um exemplo surge quando a professora pergunta ao Ricardo qual é o raio da circunferência que inscreve o hexágono (Fala 463). O raio da circunferência está relacionado com o número três, que encontramos no número complexo, escrito na forma trigonométrica. A importância desta informação só é compreendida posteriormente, quando observamos que ela permite que, de entre as opções da escolha múltipla, o Ricardo consiga excluir duas das opções, por terem um raio diferente (Fala 493). A Sofia recorre a outros elementos para complementar a descrição da figura, como sejam as simetrias em relação à origem do referencial (Fala 467) e que contribuem para a localização de alguns dos vértices do hexágono, para os quais a professora havia já indicado alguns elementos para a sua localização. Por exemplo, para o ultimo vértice, a professora havia indicado que este se encontrava próximo ao eixo dos xx e no segundo quadrante, referindo "(...) que é simétrico daquele que está no segundo quadrante" (Fala 467).

A informação gestual é uma forma de interacção a que a professora de Matemática tende a recorrer quando a descrição da figura se torna demasiado complexa para ser compreendida, de forma eficiente, pelo Ricardo, apenas através de uma descrição oral. É uma forma de interacção que tira partido do gesto e do tacto. Nela, a professora representa a figura graficamente, guiando a mão do Ricardo pela mesa. Esta forma de interacção é acompanhada de informação verbal (Falas 465 e 467), que complementa os gestos, dando-lhes significado, e pela solicitação de *feedback* (final da Fala 467), que permite à professora ir monitorizando a compreensão que o Ricardo faz das suas explicações (gestuais e orais).

Este episódio interactivo termina com o Ricardo a indicar, de entre as opções, a resposta correcta (Fala 514), ainda que anteriormente já tivesse fornecido a resposta correcta (após Fala 476), iluminando, assim, uma forma das interacções sociais contribuírem para a construção do acesso às ferramentas culturais da Matemática, por parte de um aluno cego.

Considerações Finais:

A análise das observações das aulas de Matemática da turma onde o Ricardo se encontrava incluído permitiu-nos identificar um conjunto de categorias das quais aqui apresentámos três. As solicitações de *feedback* permitem avaliar, em diversos momentos, se o Ricardo está a perceber o que a professora disse e contribuem para o estabelecimento de conexões (Bishop & Goffree, 1982). O complemento de informação verbal e a informação gestual são dois elementos que, sendo característicos das interacções entre o Ricardo e a Sofia, também contribuem para a configuração deste cenário de educação formal, tornando-o mais inclusivo, derrubando algumas das barreiras que o Ricardo enfrenta por não poder recorrer ao sentido da visão. Estes elementos revelam-se particularmente importantes em conceitos, exercícios, ou problemas que têm uma forte componente visual, como o exercício de escolha múltipla que analisámos, bem como tantos outros exercícios relacionados com as funções e os números complexos.

O episódio interactivo que analisámos permite iluminar de que forma as interacções sociais entre o Ricardo e a Sofia podem contribuir para promover o acesso deste aluno às ferramentas culturais da Matemática e ao sucesso académico. Através de elementos como a solicitação de feedback, o complemento de informação verbal e a informação gestual, a professora contribui para a construção de um cenário de educação matemática formal mais inclusivo, facilitando a participação deste alunos nas tarefas que os restantes colegas também estavam a resolver e nas discussões gerais, em grande grupo. esta participação, quer académica quer social, é um dos elementos chave para a promoção da inclusão e para a existência de atitudes positivas face à Matemática.

Referências bibliográficas:

Batista, C. G. (2005). Formação de conceitos em crianças cegas: Questões teóricas e implicações educacionais. *Psicologia: Teoria e pesquisa, 21*(1), 7-15.

Bénard da Costa, A. B. (2006). A educação inclusiva dez anos após Salamanca: Reflexões sobre um caminho percorrido. In D. Rodrigues (Ed.), *Educação inclusiva: Estamos a fazer progressos?* (pp. 13-29). Cruz Quebrada: Faculdade de Motricidade Humana.

Bishop, A. J., & Goffree, F. (1986). Classroom organization and dynamics. In B. Christiansen, A. Howson, & M. Otte (Eds.), *Perspectives on mathematics education* (pp. 309-365). Dordrecht: D. Reídle.

César, M. (2003). A escola inclusiva enquanto espaço-tempo de diálogo de todos e para todos. In D. Rodrigues (Ed.), *Perspectivas sobre a inclusão: Da educação à sociedade* (pp. 117-149). Porto: Porto Editora.

César, M. (2007). Dialogical identities in students from cultural minorities or students categorised as presenting SEN: How do they shape learning, namely in mathematics? In *2nd Socio-cultural Theory in Educational Research and Practice Conference: Theory, Identity and Learning Proceedings*. Manchester: University of Manchester. [On line since August 2007]

César, M., & Ainscow, M. (2006). Inclusive education: Ten years after Salamanca. *European Journal of Psychology of Education, XXI*(3)*,* 109-124.

César, M., & Santos, N. (2006). From exclusion into inclusion: Collaborative work contributions to more inclusive learning settings. *European Journal of Psychology of Education, XXI*(3), 333-346.

Cullata, R. A., Tompkins, J. R., & Werts, M. G. (2003). *Fundamentals of special education: What every teacher needs to know* (2nd ed.). New Jersey: Merrill Prentice Hall.

Jaworski, B. (2002). Social constructivism in mathematics learning and teaching. In L. Haggarty (Ed.), *Teaching mathematics in secondary schools: A reader* (pp. 67-82). Londres: RoutledgeFalmer.

Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. S. Francisco: Jossey Bass.

Ochaíta, E. (1993). Ceguera y desarrollo psicologico. In A. Rosa, & E. Ochaíta (Eds.), *Psicología de la ceguera* (pp. 111-202). Madrid: Alianza Editorial.

Serrazina, M. L. (1996). Ensinar/aprender matemática. In H. M. Guimarães (Ed.), *Dez anos de Profmat: Intervenções* (pp. 235 – 247). Lisboa: APM.

Stake, R. E. (2000). Case studies. In N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln (Eds.). *The handbook of qualitative research* (pp. 435-454). Califórnia: SAGE Publications.

Tobin, M. J., Bozic, N., Douglas, G., Greaney, J., & Ross, S. (1997). Visually impaired children: Development and implications for education. *European Journal of Psychology of Education, XII*(4), 431-447.

UNESCO (1994). *Declaração de Salamanca e enquadramento da acção na área das necessidades educativas especiais*. Lisboa: UNESCO.

van der Maren, J-M. (1996). *Méthodes de recherché pour l'éducation*. Paris: De Boeck Université.

Vygotsky, L. S. (1932/1978). *Mind and society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, Trad.). Cambridge MA: Harvard University Press. [Trabalho original publicado em russo, em 1932]