

INTERAÇÃO NÃO-VERBAL E O ENVOLVIMENTO VISUAL DOS ESTUDANTES NAS AULAS DE MATEMÁTICA: UM ESTUDO DA ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO NA COMUNICAÇÃO LINGUÍSTICA

NON-VERBAL INTERACTION AND STUDENTS' VISUAL INVOLVEMENT IN MATH CLASSES:
A STUDY OF THE ORGANIZATION OF SPACE IN LINGUISTIC COMMUNICATION

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo examinar a qué distancia específica los estudiantes están más o menos comprometidos visualmente con el maestro y en qué medida las instrucciones dadas por él, a través de gestos de señalar, afectan la participación del alumnado en la clase de matemáticas. Para ello, se seleccionaron aleatoriamente 50 alumnos, 25 chicos y 25 chicas, quienes utilizaron una mini cámara acoplada a unos lentes que grabaron 75 horas de vídeo. Los resultados muestran que el alumnado está más involucrado visualmente con las instrucciones del maestro en un rango proxémico de 1,20 a 3,70 metros. Además, se describen las diferencias entre chicos y chicas en cuanto a la forma que tienen de involucrarse visualmente en las clases de matemáticas. Finalmente, se concluye que los gestos de señalar realizados por los docentes pueden servir como herramienta para recuperar la atención visual de los estudiantes en las clases de matemáticas.

PALABRAS CLAVE:

- *Interacción no verbal*
- *Atención visual*
- *Proxémica*
- *Clases de matemáticas*
- *Mini cámara de vídeo*

ABSTRACT

This study aims to examine where in the classroom and at what specific distance students are more or less visually engaged with the teacher and to what extent the instructions given by teachers, through gestures of pointing, affect students' engagement in class of math. 50 students (25 boys and 25 girls) were randomly selected, put a mini camera that was mounted on an eyeglass in their mathematics and English lessons. Approximately 75 hours of video recording were made from these cameras (the first person's perspectives) to analyze and compare the nonverbal interaction in mathematics lessons. Results show that students are more visually engaged in their

KEY WORDS:

- *Non-verbal interaction*
- *Visual attention*
- *Proxemic*
- *Math classes*
- *Mini camera*



teachers' instruction at a particular distance in the classroom (from 120 cm to 370 cm). Furthermore, we report differences between boys and girls and how they are visually engaged in their mathematics classrooms. Finally, we report how teachers pointing gestures can serve as a tool to recapture student's visual attention in mathematics classrooms.

RESUMO

Este estudo objetiva examinar com que distância específica os alunos estão visualmente mais ou menos envolvidos com o professor nas aulas de matemática. Também busca analisar em que medida, as instruções feitas pelo professor, através de gestos de apontar, afetam o envolvimento visual dos alunos nas aulas dessa disciplina. Para isso foram selecionados, aleatoriamente, 50 alunos, 25 alunos do sexo masculino e 25 do sexo feminino, os quais, usavam uma minicâmara acoplada em óculos de lente que gravou 75 horas de videoaula. Os resultados mostram que os alunos estão mais envolvidos visualmente com as instruções do professor a uma proximidade de 1,20 a 3,70 metros. Além disso, relata-se diferenças entre meninos e meninas e como eles estão visualmente envolvidos nas aulas de matemática. Por fim, conclui-se que os gestos de apontar realizados pelos professores podem servir como uma ferramenta para recuperar a atenção visual dos alunos.

PALAVRAS CHAVE:

- *Interação não-verbal*
- *Atenção visual*
- *Proxêmica*
- *Aulas de matemática*
- *Minicâmara de vídeo*

RÉSUMÉ

Cette étude vise à examiner à quelle distance spécifique les étudiants sont plus ou moins visuellement engagés avec l'enseignant et dans quelle mesure les instructions données par l'enseignant, par le biais de gestes de pointage, affectent la participation des étudiants en classe de mathématiques. À cette fin, 50 élèves ont été sélectionnés au hasard, 25 garçons et 25 filles, qui ont utilisé une mini-caméra fixée à des lunettes qui ont enregistré 75 heures de vidéo. Les résultats montrent que les élèves sont plus visuellement impliqués dans les instructions de l'enseignant dans une plage proxémique de 1,20 à 3,70 mètres. En outre, les différences entre les garçons et les filles dans la manière dont ils sont visuellement impliqués dans leurs leçons de mathématiques sont décrites. Finalement, il est conclu que les gestes de pointage des enseignants peuvent servir d'outil pour récupérer l'attention visuelle des élèves pendant les leçons de mathématiques.

MOTS CLÉS:

- *Interaction non verbale*
- *Attention visuelle*
- *Proxémique*
- *Leçons de mathématiques*
- *Mini caméra vidéo*

1. INTRODUÇÃO

As interações em sala de aula são de particular interesse, especialmente no ensino e aprendizagem de disciplinas como Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) (O'Halloran, 2005; Farsani, 2015a). Estudos realizados em Planas e Iranzo (2009) e Falsetti e Rodríguez (2005) buscam analisar, em particular, como ocorre os processos interativos nas aulas de matemática. Neste artigo, examinamos diferentes dimensões de interação, particularmente aquelas de natureza não-verbal, como as proxêmicas, que tradicionalmente recebem menos atenção, tanto nas pesquisas relacionadas à área de Educação, como à área de Educação Matemática. Albert Mehrabian, um iraniano-americano de ascendência armênia, foi o primeiro teórico a estudar o significado das características não-verbais da comunicação em um processo interativo. Durante as décadas de 1960 e 1970, Mehrabian examinou a comunicação verbal (o que é dito), vocal (como algo é dito) e visual (gestos, espaço e outras características não-verbais) e como cada um desses aspectos contribuiu para o processo de criação de significado entre interlocutores.

Nas últimas duas décadas, os pesquisadores concentraram-se nas interações em sala de aula, com foco particular nos modos semióticos sociais, como a escrita, o desenho (Kress e van Leeuwen, 1996) e a cor (Kress e van Leeuwen, 2002). Atenção particular foi dada aos aspectos não-verbais da comunicação nos processos de criação de significado. Isso inclui os processos multimodais de visão (Farsani et al., 2022), gestos e movimentos (Radford et al., 2009; Farsani, 2015b; Kress et al., 2001), postura (Brey e Shutts, 2015; Inagaki et al., 2018; Zahry e Besley, 2019), olhar (Holsanova et al., 2006; Farsani et al., 2021), aceno com a cabeça (Smith-Hanen, 1977) e orientação com os ombros (LaCrosse, 1975).

No campo da Educação Matemática, muitas pesquisas, tanto às relacionadas com a semiótica ciência que estuda o sistema de signos usados na comunicação, como as que conjugam a semiótica com outros marcos teóricos do campo (p.e, Teoria da Objetivação em Radford (2006a) e Abordagem Ontossemiótica em Godino et al. (2019)), preocuparam-se em estudar como os alunos aprendem os conceitos matemáticos a partir do uso de diferentes signos e da interrelação entre eles (Radford, 2006b). Algumas destas pesquisas, preocuparam-se em mostrar como os alunos se envolvem e aprendem matemática através do uso de analogias (Espinoza-Vásquez et al., 2018), metáforas (Font e Nanclares, 2003; Khatin-Zadeh et al., 2023; Scheiner et al., 2022; Soto-Andrade, 2007) e gestos (Arzarello et al., 2009; Manghi Haquin, 2010; Farsani et al., 2020; Radford, 2003; 2009; Salinas-Hernández e Miranda, 2020; Sandoval-Troncoso e Ledezma, 2021; Sinclair, 2005;). No entanto, poucos estudos se concentraram na noção de

proxêmica ciência, parte da semiótica, dedicada ao estudo da organização do espaço na comunicação linguística na pesquisa em sala de aula (Collier, 1983), particularmente nas aulas de matemática (Farsani, 2015a). Além disso, poucas ferramentas metodológicas foram desenvolvidas para medir a atenção visual de forma objetiva, no intuito de mensurar e avaliar o envolvimento visual de estudantes. Nesta pesquisa, prestaremos atenção especial à importância da atenção visual desde a perspectiva da primeira pessoa. Por meio da instalação de micro câmeras nos óculos dos alunos, dispositivo que funciona como rastreador ocular, podemos obter e, até mesmo, calcular uma melhor perspectiva da interação na sala de aula, conforme observado diretamente pelo próprio aluno.

Neste artigo, nos propomos examinar com que distância específica os alunos estão visualmente mais ou menos envolvidos com o professor nas aulas de matemática. Além disso, queremos explorar as diferenças entre essas variáveis entre meninos e meninas. Finalmente, examinamos em que medida as instruções feitas pelos professores, através de gestos de apontar, afetam o envolvimento dos alunos nas aulas de matemática. Até onde sabemos, existe uma lacuna na literatura e, como Zahry e Besley (2019) observaram recentemente, as pesquisas futuras precisam responder à identificação de indicadores visuais (por exemplo, olhar e espaço) que mais atraem a atenção dos alunos.

2. MARCO TEÓRICO

Nas próximas subseções tratamos de apresentar o que a literatura nos traz em relação aos gestos, em particular, o gesto de apontar e em relação a noção de proxêmica.

2.1. *Gesto de apontar*

Os gestos dêiticos, são uma das categorias básicas definidas por McNeill (1992) que se manifestam pelos movimentos espaço-temporais do corpo. Gestos de apontar são usados quando interlocutores conectam o verbal ao visual, indicando objetos, locais ou imagens que estão presentes ou não no ambiente. Esses gestos não transmitem informações perceptivas ou de ação e podem ser produzidos independentemente de sua unidade de fala (Norris, 2011). A ação de apontar pode ser realizada de diferentes formas e usando diferentes tipos de materiais. Por exemplo, os gestos de apontar são feitos com mais frequência usando um dedo indicador estendido, ao passo que, por vezes, podem ser feitos por meio do uso de um objeto

(por exemplo, uma caneta ou um *laser*). Curiosamente, diferentes partes do corpo também podem ser usadas para apontar, como a cabeça, os lábios (Enfield, 2001) e os olhos (Wilkins, 1999). O gesto de apontar também pode ser feito usando um gesto de mão aberta, com as mãos para cima ou com a palma da mão na posição vertical. Em todos os casos, cada gesto tem um significado distinto no discurso (Kendon e Versante, 2003; Kendon, 2004). O gesto de mão aberta e *palm-up* é percebido como não ameaçador (Givens, 2016), enquanto o gesto de apontar é frequentemente considerado ameaçador e visto como algo que se gostaria de destacar (Andersen, 1999). Os dedos usados como gestos de apontar costumam ser usados para comandar ou acusar, enquanto que o gesto de mão aberta, com palma da mão para cima, constitui uma superfície em vez de uma linha, a qual poderia significar um presente ou uma oferta, demonstrando designações educadas e não imperativas (Calbris, 1990, p. 128).

Os gestos de apontar também são usados pelos professores em sala de aula como uma ferramenta pedagógica. Em um estudo, Azaoui (2015) relatou o uso de gestos de apontar por dois professores franceses para organizar o ambiente da sala de aula. Em outro estudo, Farsani (2015b) examinou e comparou as respostas verbais dos alunos quando um professor utilizou gestos de apontar com quando o professor usou gestos de mão aberta com as mãos para cima. As respostas dos alunos foram mais longas quando o professor usou o gesto de mão aberta, já, as respostas dos alunos foram mais reduzidas a um simples “sim” ou “não” (ou mesmo um encolher de ombros) quando o professor usou gestos de apontar com o dedo.

Nos últimos anos, houve uma atenção crescente entre os gestos dêiticos em relação à sua linguagem falada, tanto fora das salas de aula (Norris, 2011) quanto dentro das salas de aula (Farsani, 2015b). Por exemplo, no campo do ensino e aprendizagem da matemática, Farsani (2015a) estudou dois professores de matemática trabalhando com a primeira e a segunda geração de britânicos-iranianos no Reino Unido. Ele observou como os interlocutores estavam atribuindo sentido matemático em salas de aula multilíngues, por meio do uso de gestos dêiticos. Por exemplo, ao transmitir o conceito matemático de triângulos isósceles para estudantes com proficiência limitada em inglês, os professores usaram os dois dedos indicadores apontando para os olhos enquanto diziam “isósceles”. Portanto, seus gestos de apontar serviram como um dispositivo mnemônico, não apenas para ajudar a lembrar um termo técnico matemático “isósceles”, mas também para reforçar o conceito de que existem dois lados iguais e dois ângulos idênticos (exatamente como nossos olhos) em um triângulo isósceles. Outra pesquisa, realizada por Manghi Haquin (2010), com estudantes do ensino médio no Chile, conclui que a fala e os gestos dêiticos constroem conjuntamente ou semioticamente o conhecimento matemático.

Devido ao fato de os gestos de apontar serem tão onipresentes e os interpretarmos com tanta facilidade, apontar pode ser visto como um fenômeno trivial (Kita, 2003). Neste artigo, queremos prestar atenção especial aos gestos apontados pelos professores. Em particular, veremos como os alunos reagem a essas mensagens não verbais. Até onde sabemos, nenhum estudo anterior relatou como os gestos de apontar de um professor de matemática podem afetar a atenção visual dos alunos. Portanto, este estudo explorará o emprego de gestos de apontar realizado por professores em diferentes categorias proxêmicas. Passaremos agora a discutir o que é a proxêmica e suas quatro categorias.

2.2. *Proxêmica*

Proxêmica, o estudo silencioso da comunicação, é frequentemente referido como “a ciência da utilização do espaço humano” (Hockings, 1995, p. 509) ou como “as pessoas se regulam no espaço e como se movem no espaço” (Collier, 1995, p. 235). O campo da proxêmica abrange a percepção, uso e enquadramento do espaço. Historicamente, E. T. Hall (1963; 1966; 1973) e Sommer (1959; 1961) foram os primeiros a estudar proxêmicas (E. T. Hall) e espaço pessoal (Sommer), e suas ideias refletem seus antecedentes teóricos. Esse conceito atraiu muitos antropólogos, psicólogos e educadores contemporâneos. O termo proxêmica foi cunhado pelo antropólogo americano Edward que examinou as proxêmicas da comunicação interpessoal em diferentes culturas. Ele classificou o uso do espaço pelas pessoas e a distância que elas mantêm com os outros em quatro categorias: espaço íntimo (até 45 cm), espaço pessoal (até 1,20 m), espaço social (até 3,70 m) e espaço público (mais de 3,70 m). Farsani e Mendes (2021) renomearam essas categorias como espaços privados, pessoais, profissionais e públicos, pois se referem a interações nos contextos educacionais profissionais.

No espaço íntimo (mães e bebês; amantes) costumam habitar a distância íntima apresentada por Hall (1966), de zero a 30 centímetros, onde o toque, o cheiro, o calor corporal e até sons fracos são percebidos, porém a visão é distorcida. Em relação ao espaço pessoal, profissional e público, Hall (1966) fez uma observação interessante. Ele percebeu não apenas que o ‘espaço fala’, mas também que pessoas de diferentes culturas usam o espaço de maneiras diferentes em seus encontros comunicativos sociais. Como a linguagem verbal varia de cultura para cultura, o uso do espaço entre díades sociais também muda. Por exemplo, um dos autores deste artigo viveu em três países muito diferentes, cada um em um continente diferente (Irã, Reino Unido e Chile), com normas e mentalidades socioculturais diametralmente opostas. Ele imediatamente percebeu que os ingleses, iranianos e chilenos têm sistemas fundamentalmente diferentes de

proxêmicas em seus encontros sociais e comunicativos. O que é considerado uma distância pessoal socialmente aceitável entre díades sociais no Reino Unido pode ser vista como rude ou até ofensivo no Chile.

Na Inglaterra, por exemplo, é socialmente aceitável ficar a aproximadamente um metro (90 cm ou, aproximadamente, o comprimento de um braço) de outros interlocutores. No Irã, essa distância é um pouco menor (Mehrabian, 1972), enquanto no Chile os interlocutores ficam ainda mais próximos durante sua comunicação interpessoal. Na Inglaterra, a proximidade entre interlocutores e a realização de qualquer gesto, desde o cruzamento de braços até a expressão verbal “afaste seu rosto do meu” pode fazer com que os indivíduos mostrem sinais de desconforto. É possível afirmar que a norma sociocultural do comportamento das proxêmicas varia consideravelmente no Irã e no Chile, quando comparada ao Reino Unido. No Irã, à medida que o espaço interpessoal entre as díades sociais aumenta, muitos iranianos expressam seu desconforto através de frases como “não sinto cheiro” ou “não sinto o seu cheiro”. Isso significa simplesmente “eu não sinto o cheiro e você também não, então vamos ficar mais próximos”. No Chile, devido às normas socioculturais e à calorosa cultura latino-americana, o espaço pessoal é ainda mais próximo do que no Irã. No Chile, é socialmente rude e uma má prática ficar à distância entre díades sociais. Em tais circunstâncias, os chilenos tornam-se mais conscientes e demonstram desconforto ao dizer “*no muerdo!*”, que se traduz em “eu não morde”. Essa frase provavelmente reflete o quão próximos os interlocutores chilenos esperariam um do outro nas interações sociais. É interessante notar que a noção de proxêmica varia não apenas entre culturas, mas também entre indivíduos e situações. Por exemplo, pessoas em todo o mundo tendem a manter uma maior proximidade em trens subterrâneos ou em elevadores. Além disso, os interlocutores tendem a se aproximar mais que o normal quando se encontram em ambientes barulhentos.

Atenção particular tem sido dada, não apenas ao papel da comunicação transcultural, mas também à maneira como a proxêmica é usada em diversos ambientes públicos: terminais de transporte (Remland et al., 1995), bancos ao ar livre (Leibman, 1970), *playgrounds* (Scherer, 1974), calçadas (Sobel e Lillith, 1975), filas de cinema e bancos (Kaya e Erkíp, 1999) e shopping centers (Brown, 1981). No entanto, existem poucos estudos sobre a noção de proxêmica no ambiente escolar, a qual pode levantar questões importantes para se pensar nas interações professor/aluno, bem como o papel dessas interações nos processos de ensino e aprendizagem. A proxêmica pode ser vista como um recurso que os professores podem utilizar como forma de observações disciplinares de comportamento inconsciente e não verbal. Outros pesquisadores examinaram os efeitos das diferentes línguas faladas por alunos bilíngues e as subsequentes

mudanças em sua proxêmica e comportamento não-verbal (Collier 1983; Farsani, 2015a). Por exemplo, Collier (1983) mostrou um estudo proxêmico demonstrando que a distância interpessoal é um fator significativo na interação em sala de aula. Sua análise detalhada de uma gravação de vídeo de uma aula chinesa-americana mostrou que o meio de instrução determinava padrões particulares de proxêmicas e espaço interpessoal. O cantonês não apenas provocou um espaço proxêmico mais próximo entre os interlocutores, mas também possibilitou significativamente mais ângulos de virada (orientação corporal) entre os alunos e o professor. Isso criou uma atmosfera mais envolvente e aumentou a atenção dos alunos. Além disso, os alunos eram mais propensos a se comunicar sobre tópicos relacionados à aula. Farsani (2015b) deu um passo adiante nessa ideia e analisou o comportamento proxêmico entre meninos e meninas de descendentes persas no Reino Unido. Ele olhou para as mensagens matemáticas multimodais que os alunos britânico-iranianos subconscientemente enviam e recebem. Além disso, ele examinou as maneiras pelas quais diferentes idiomas (inglês e persa) afetavam a orientação corporal dos alunos e o comportamento proxêmico em uma interação na sala de aula. O inglês era frequentemente empregado para avançar na tarefa, enquanto o persa era usado para fazer piadas, gerenciamento de comportamento e envolvimento emocional. Portanto, o persa foi um gatilho verbal para aumentar o ângulo de giro entre os alunos. É possível pensar em como as proxêmicas variam de acordo com os diferentes papéis da linguagem na interação. Essa proxêmica também pode ser observada em relação às diferenças culturais entre os sexos. Nesse sentido, Farsani (2015b) observou que as meninas mantinham uma distância mais próxima, com um maior ângulo de giro uma com a outra, enquanto discutiam ideias/tarefas. Por outro lado, os meninos mantinham uma distância pessoal maior, menos ângulo de giro e menos contato visual entre si. Embora estudos anteriores tenham mostrado os diferentes efeitos da linguagem não-verbal, até o momento, nenhum estudo examinou quais categorias de espaço, provavelmente, apresentam influência e maiores efeitos no envolvimento visual dos alunos nas salas de aula de matemática. Além disso, neste artigo, queremos explorar as diferenças entre essas variáveis entre meninos e meninas e comparar a maneira pela qual eles estão visualmente envolvidos em suas aulas de matemática.

3. METODOLOGIA

Embora o uso de gravações de vídeo em pesquisas seja relativamente novo, os métodos visuais fazem parte da pesquisa há muito tempo. Darwin (1872) foi um

dos primeiros pesquisadores a incorporar métodos visuais para explorar áreas de comunicação não-verbal. Ele usou uma câmera fotográfica como ferramenta e método para registrar expressões faciais em homens e animais. Enquanto um vídeo (uma coleção de imagens em movimento) é uma extensão de imagens estáticas, os dados capturados pela gravação de vídeo oferecem ao pesquisador uma oportunidade única de entender eventos dinâmicos em um contexto espaço-temporal. A reprodução do que foi capturado em uma gravação de vídeo tem a vantagem de revisar os materiais, diminuindo a velocidade das observações que podem aprimorar o foco em uma variedade de eventos dinâmicos (Webber, 2008). Isso pode incluir o estudo de proxêmicas (Collier, 1983; 2001), cinésico (o estudo da comunicação e linguagem corporal) (Hockings, 1995) e análise de conversas (Goodwin, 2001).

Pesquisas recentes mostraram atenção especial em novos métodos para estudar a comunicação visual e a integração multimodal (Holsanova, 2012). Por exemplo, o emprego de dispositivos de rastreamento ocular a partir da interação real dos leitores com um jornal (Holsanova et al., 2006). No entanto, existem desvantagens no emprego de dispositivos de rastreamento ocular. Para realizar amostras de tamanho médio-grande, os dispositivos de rastreamento ocular podem ser caros. Neste estudo, participaram 50 alunos (25 do sexo masculino e 25 do sexo feminino) estudantes de uma turma de primeiro ano e uma turma de segundo ano da Educação Básica chilena. Os dados que surgem vêm das aulas de matemática, nas quais atuava um único professor (polivalente). Os formulários de consentimento foram obtidos dos alunos, pais dos alunos e professores envolvidos neste estudo. Para a pesquisa, os estudantes usavam uma mini câmera de vídeo montada em óculos nas aulas de matemática. No total, obtivemos 75 horas de gravações interacionais. Vale ressaltar que essa mini câmera de vídeo, montada nos óculos dos alunos, não tem o mesmo efeito que o rastreamento ocular (Holsanova, 2012). Esses óculos são baratos, amplamente acessíveis e ideais para implementações de pesquisa, especialmente para amostras de tamanho médio-grande.

Esses alunos já haviam usado as câmeras como teste para garantir que o experimento não lhes parecesse estranho e ocorresse de forma natural. A idade média dos participantes era de 10,5 anos. Capturar as interações ao vivo, através da minicâmara montada nos óculos dos alunos, permitiu capturar interações diárias e práticas de criação de significado desde a perspectiva dos próprios alunos participantes. As lentes originais foram removidas para minimizar o peso e facilitar a visão original. Cada aula durou 90 minutos e cada aluno teve que usar os óculos durante toda a duração da aula.

A ideia de usar o olhar como um meio para analisar os processos de aprendizagem é de interesse de muitos pesquisadores (Farsani et al., 2021). Em

particular, estudos anteriores analisaram a importância de tal método quando se trata de criar significados em diferentes interações sociais, contextos culturais e práticas de sala de aula. A atenção visual é um dos aspectos mais importantes da comunicação não verbal e desempenha um papel extremamente significativo no engajamento e no aprendizado dos alunos (Farsani et al., 2022). No entanto, até o momento, poucas ferramentas metodológicas foram desenvolvidas para medir, objetiva e automaticamente, a atenção visual, no intuito de medir e avaliar o envolvimento visual dos estudantes. Neste artigo, prestaremos atenção especial à importância do ponto de vista da primeira pessoa, algo que tradicionalmente não é trabalhado. Montando câmeras nos óculos dos alunos, conseguimos calcular e obter uma melhor perspectiva da aula, e tal perspectiva é obtida pelo próprio aluno participante.

No final de cada dia, as gravações eram baixadas manualmente em um computador. As câmeras de vídeo tinham uma qualidade de gravação de trinta quadros por segundo (30 fps); para cada vídeo, um quadro era amostrado a cada segundo e processado para detectar a presença dos rostos dos professores. No total, foram obtidos 270000 quadros dos 50 alunos. Neste artigo, cada quadro representa um segundo. Em outras palavras, cada quadro representa uma foto, “impressão da realidade” (Jewitt, 1999, p. 21), que nos permite participar em momentos específicos da perspectiva dos próprios alunos em sua interação na sala de aula de matemática. Dos 270000 quadros, apenas 9521 continham o rosto/proximidade dos professores nos quadros. Alguns quadros foram descartados devido à má qualidade, mas principalmente devido ao fato de que esses quadros não continham o rosto dos professores (como queríamos explorar quem está olhando para o professor e está envolvido visualmente). Neste artigo, consideramos apenas 6278 quadros para a análise.

Todos os quadros amostrados (cada quadro representando um segundo) foram enviados pelo *software Google Images*. As fotos do *Google* foram usadas para detectar a presença de rostos. Inserimos fotos do professor da sala de aula e o *Google Image* identificou de maneira automática e objetiva todos os quadros em que uma imagem de um professor apareceu em cada quadro capturado pelos alunos.

Estávamos interessados principalmente em casos em que os alunos mantinham sua atenção visual no professor. Houve momentos em que mais de dois rostos estavam presentes no mesmo quadro, por exemplo, o professor e algum aluno que acabara de chegar atrasada à aula. Nesses casos, decidimos descartar o quadro, pois a atenção visual do aluno pode ter sido fixada no aluno que chegou atrasado e não no professor. Houve outros momentos em que descartamos deliberadamente os quadros e não os contamos na análise. Isso incluía casos em que a nitidez dos quadros era baixa ou desfocada e, portanto, não era possível discernir se o professor estava ou não olhando para o aluno. A implementação de todas essas medidas rigorosas tornou nossa interpretação da análise dos quadros mais eficaz.

Depois que o *Google Image* detectou o rosto de um professor em um quadro (capturado pelos óculos dos alunos), esse quadro recebeu um número de identificação exclusivo e foi examinado de forma manual, com auxílio do Excel, com a finalidade de observar algumas variáveis não verbais. (Figura 1).

Frame	Body oriente gaze	Gesturing	legs open	walking	Under glasses	pointing	lip pointing	base line	defensive	reading
414	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
415	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
416	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
417	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
420	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
421	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
422	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
423	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
424	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
425	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
426	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
427	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
428	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
429	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
430	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
431	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
432	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
433	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
434	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Figura 1. Examinando variáveis não verbais com auxílio do Excel.

Fonte: os autores.

Esse processo manual foi realizado no Excel, inserindo 0 e 1 (não aconteceu, *versus* aconteceu) e, em seguida, uma análise estatística foi realizada para medir sua importância. Além das variáveis não verbais mencionadas no parágrafo anterior, outras variáveis não verbais também foram consideradas, como a se um professor estava usando a mesa como uma barreira entre ele e os alunos, escrevendo no quadro, ou se o professor estava andando ou estava parado em uma determinada posição. Por exemplo, examinamos os números de quadro 420 e 427, respectivamente. Esses dois quadros (cada um representa um segundo) capturados por um aluno. A Figura 2 representa a descrição quantitativa do quadro 420 e a Figura 3 é a descrição quantitativa do quadro 427. No quadro 420, percebe-se que o professor: a) orienta seu corpo em relação a um aluno em particular; b) olha para o aluno; c) faz gestos. No quadro 427, o professor não parece estar olhando diretamente para o aluno ou inclinando o corpo para ele, mas parece estar apontando. Esses relatos descritivos quantitativos foram feitos manualmente e,

neste artigo, analisamos 6278 quadros. Vale ressaltar que os dados que emergem neste artigo são principalmente da perspectiva da primeira pessoa e não um relato descritivo da perspectiva de uma terceira pessoa.



Figura 2. Alunos observando o professor enquanto ele gesticula. Fonte: os autores.

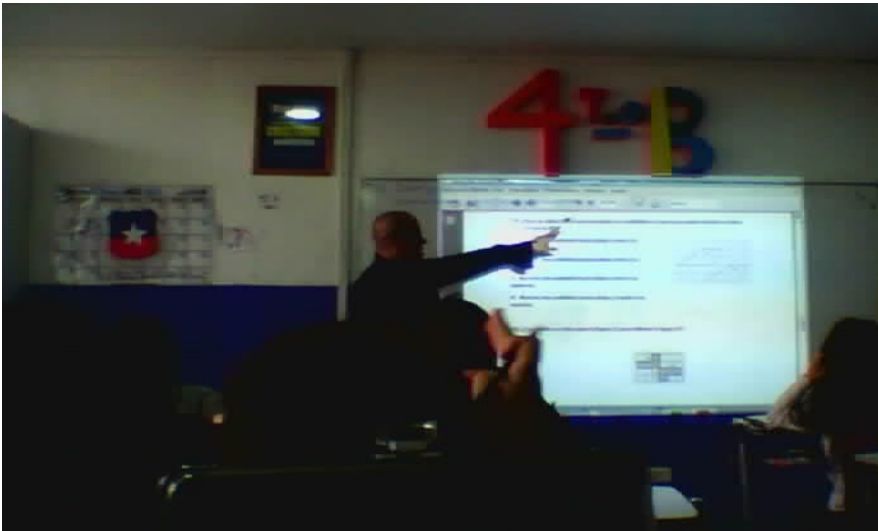


Figura 3. Alunos observando o professor enquanto ele aponta. Fonte: os autores.

Concluimos a análise pesquisando esses quadros específicos para identificar o agente (qual aluno estava olhando para o professor), a proximidade (distância do aluno em relação ao professor) e o período (o minuto em que ocorreu durante a aula). Todos esses dados, com base no olhar dos alunos para o professor, foram, então, colocados (em formato binário) no Excel para análise quantitativa.

3.1. *Medindo o espaço proxêmico da sala de aula*

No estudo das proxêmicas, tradicionalmente, usam-se as escalas proxêmicas de Hall para estimar distâncias entre interlocutores em diferentes espaços sociais. Por exemplo, para medir distância entre participantes em ambientes, como *playgrounds* (Aiello e Jones, 1971) ou em consultórios médicos (Noesjirwan, 1977). Os registros gravados em vídeo permitem maior precisão na medição da distância usando cálculos predeterminados, como por exemplo, a distância entre as cabeças e os torsos dos participantes foi estimada em intervalos de três polegadas (Remland et al., 1995). Outros métodos, como grades calibradas, têm sido utilizados em vários estudos para codificar o estabelecimento de distâncias (Madden, 1999). Da mesma forma, as fotografias feitas em ambientes como shopping centers e calçadas foram projetadas em uma grade calibrada para estimar a distância entre pessoas (Burgess, 1983). Embora as gravações de vídeo, com câmera lenta e contadores digitais, ofereçam estimativas de distância mais precisas do que os registros de papel e lápis, outros problemas podem ocorrer quando se tenta medir distâncias (por exemplo, ângulo dos participantes em relação à câmera). Scherer (1974) desenvolveu a fotogrametria, uma fórmula matemática para explicar os erros de codificação em relação a medida da distância, resultantes do ângulo dos participantes em relação à câmera. Recentemente, estudos proxêmicos foram realizados com robôs (Mumm e Mutlu, 2011) e em ambientes virtuais (Llobera et al., 2010).

Até onde sabemos, não há relatos de nenhum estudo empírico que medisse proxêmicas em contextos de sala de aula em tempo real. Na análise das proxêmicas, medimos a que distância o professor estava em pé ou sentado do observador (aluno participante). Nossa abordagem foi voltar para a sala de aula e medir fisicamente a distância entre as mesas lateral e sagital (da esquerda para a direita e de frente para trás, respectivamente). Como resultado, observamos que as mesas estavam a um metro de distância (esquerda para a direita) e com 90 centímetros entre cada fila (de frente para trás). Sentados em suas mesas, cada aluno usou aproximadamente 1,10 metros de espaço no total (de frente para trás). Portanto, se o observador (aluno) estivesse sentado na segunda fila, na mesma coluna que o professor, a distância entre o observador e o professor seria de aproximadamente 2,20 metros. O teorema de Pitágoras foi usado para identificar a distância entre o observador (aluno) e o professor e se o professor estava em pé (ou sentado) em uma coluna diferente de onde o observador (aluno) estava sentado. Tendo obtido uma estimativa aproximada de quão distante o observador estava do professor, classificamos cada quadro em termos das proxêmicas: espaço privado, pessoal, profissional e público (Figura 4).



Figura 4. Medindo proxêmicas em sala de aula.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4, apresentada na seção anterior, mostra a atenção visual dos alunos em diferentes categorias de espaço. Embora, esperava-se que os alunos pudessem se envolver mais na aula, desde a perspectiva visual, quando estão mais próximos do professor, os resultados que encontramos são bem diferentes. Como Farsani e Mendes (2021) observaram, os alunos prestam mais atenção visual no espaço profissional (P3), seguidos pelo espaço público (P4), logo pelo espaço pessoal (P2) e espaço privado (P1), respectivamente. Pode não ser surpreendente que a atenção visual dos alunos tenda a diminuir devido ao fato de que eles podem se sentir desconfortáveis em relação ao lugar que se encontram localizados no ambiente da sala de aula. Dos 9521 quadros, 5762 quadros surgiram do P3, o que representa 60,5% do total dos quadros. Posteriormente, surgiram 2872 quadros em P4, que representam 30,2% do total de quadros. P2 e P1 foram responsáveis por 636 e 251 quadros, que constituíram 6,7% e 2,6% do envolvimento visual, respectivamente (Figura 5).

Embora a capacidade de atenção dos alunos melhore com a idade, pouco se sabe sobre os fatores e estratégias para desenvolver a competência dos alunos de prestar atenção no transcorrer de uma aula (Merritt et al., 2007). Além do resultado apresentado na Figura 5, também estávamos interessados em examinar, em que medida, o sexo do aluno influenciou sua atenção visual em todas as categorias de espaço. A Figura 6 mostra um padrão interessante da atenção visual

desses 50 alunos. Parece que, independentemente do sexo dos alunos, meninos e meninas são igualmente e ativamente envolvidos, prestando atenção visual ao professor nos espaços profissional (P3) e público (P4). É interessante notar que, no espaço profissional (P3), conforme evidenciado em 13 quadros, os meninos prestavam mais atenção visual que as meninas. Curiosamente, este gráfico também mostra que as meninas estavam mais envolvidas em espaços próximos com seus professores do que os meninos. Os meninos parecem estar melhor envolvidos visualmente em espaços com mais de 1,2 metros.

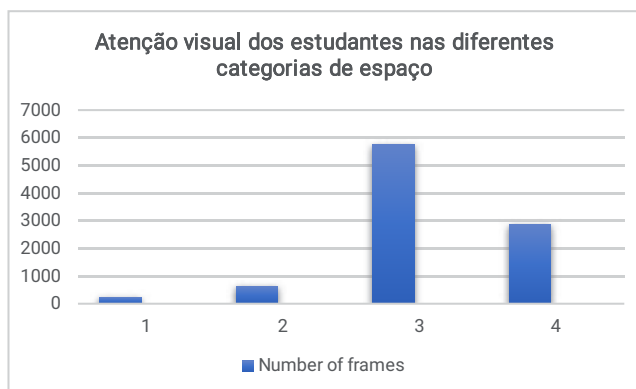


Figura 5. Número de quadros (*number of frames*) relacionados à atenção visual dos estudantes nas diferentes categorias de espaço.

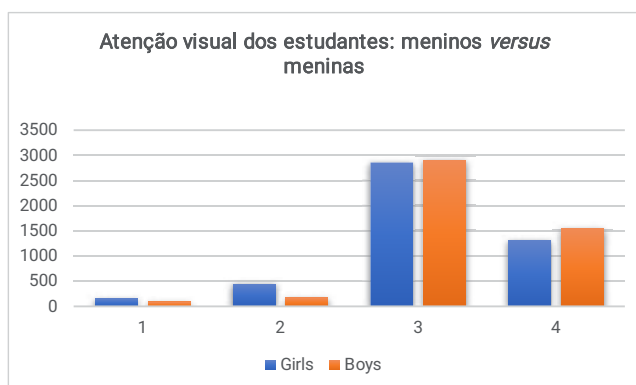


Figura 6. Diferenças entre a atenção visual de meninos (boys) e meninas (girls). Fonte: os autores.

Há muito debate sobre as diferenças de sexo nas habilidades de atenção visual, com as mulheres mostrando menos atenção visual em comparação aos

homens (Merritt et al., 2007). Na pesquisa atual, as diferenças de sexo na atenção visual mostraram estar relacionadas às diferenças cognitivas de sexo entre mulheres e homens, em disciplinas como a Matemática (Good et al., 2008), mas nossos resultados não mostram uma diferença significativa relacionada à atenção visual entre meninos e meninas.

Um último resultado, trata-se sobre a execução do gesto de apontar o dedo dos professores em diferentes categorias proxêmicas. No espaço P1, foram observados 78 quadros em que há gestos de apontar nas aulas de matemática. No P2, identificaram-se 334 quadros que mostram que o professor está apontando. No espaço P3, 4012 gestos de apontar capturaram a atenção visual dos alunos em suas aulas de matemática. Finalmente, no espaço P4, um total de 2305 gestos de apontar capturaram a atenção visual dos alunos em suas aulas de matemática. Percebe-se que os gestos de apontar dos professores podem ser usados como um instrumento para aumentar a atenção visual dos alunos nas aulas de matemática, particularmente a uma distância maior de 1,20 metros (espaço P3 e P4).

5. CONCLUSÕES

Este artigo relata um estudo realizado com alunos de primeiro e segundo anos da Educação Básica chilena, onde uma amostra de 50 estudantes (25 meninas e 25 meninos) usavam uma minicâmara de vídeo acoplada em óculos. Nossos resultados mostram que a maneira pela qual os alunos estavam visualmente envolvidos com o professor dependia de um conjunto de proxêmicas. Além disso, encontramos diferenças na atenção visual dos alunos quanto às diferentes proxêmicas do aluno em relação ao professor. Conclui-se que há padrões proeminentes que envolvem engajamento visual, em particular os relacionados à distâncias entre alunos, seja menina ou menino, e professor igual ou maiores de 1,20 metros. Além disso, analisamos até que ponto os gestos de apontar dos professores poderiam afetar o envolvimento visual dos alunos. Conclui-se que, nas aulas de matemática, os alunos prestam maior atenção com os gestos de apontar realizados pelos professores, principalmente no espaço proxêmico profissional (P3) e no espaço proxêmico público (P4).

Com esse estudo é possível concluir que se deveria dar uma maior importância à distribuição dos alunos em sala de aula, atentando às distâncias que estes estarão com relação ao professor, caso queiramos que eles tenham uma maior atenção visual nas aulas de matemática. Além disso, acreditamos que, independentemente da experiência de um professor, sempre vale a pena questionar

as formas, os estilos e a qualidade das mensagens que são transmitidas verbal e não verbalmente durante as aulas de matemática. Acreditamos que a otimização dessas mensagens não-verbais, muito sutis e silenciosas, pode ter um impacto positivo direto, não apenas envolvendo os alunos de forma visual, mas também, de forma geral, no processo de ensino e aprendizagem da matemática.

Uma perspectiva futura deste estudo é analisar se os alunos, que mostraram maior atenção visual nos gestos de apontar do professor, durante as aulas de matemática, obtém maior nível de aprendizagem nessa disciplina. Uma recomendação e aplicação prática desta pesquisa é incorporar o uso da linguagem não-verbal nos cursos de capacitação de professores de matemática, tanto para professores em formação inicial quanto em serviço, a fim de aumentar o conhecimento e a conscientização sobre a função comunicativa da linguagem não-verbal.

Este estudo tem uma limitação. Devido ao tamanho médio da amostra (50 alunos) em um contexto particular, alunos do primeiro e segundo anos da Educação Básica em uma escola de Santiago do Chile, entendemos que são necessárias mais pesquisas interculturais sobre interação não-verbal multimodal (Sandoval-Troncoso e Ledezma, 2021) nas aulas de matemática. Pesquisas dessa natureza podem nos ajudar a examinar, mais detalhadamente, as trocas visuais e não-verbais multimodais que ocorrem, não apenas na sala de aula da Educação Básica chilena, mas em outros contextos culturais e, também, em outros níveis educativos.

AGRADECIMENTOS

Esta investigación se desarrolló dentro del Proyecto PID2021-127104NB-I00 financiado por MICIU / AEI / 10.13039/501100011033 y por “FEDER Una manera de hacer Europa”.

REFERÊNCIAS

- Aiello, J. R. e Jones, S. E. (1971). Field study of the proxemic behavior of young children in three subcultural groups. *Journal of Personality and Social Psychology*, 19, 351–356. <http://dx.doi.org/10.1037/h0031433>
- Andersen, P. A. (1999). *Nonverbal communication: Forms and functions*. Mayfield Pub.
- Arzarello, F., Paola, D., Robutti, O., e Sabena, C. (2009). Gestures as semiotic resources in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 70, 97–109. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9163-z>

- Azaoui, B. (2015). Polyfocal classroom interactions and teaching gestures. An analysis of nonverbal orchestration. *Proceedings "Gestures and speech in interaction (GESPIN)"*, Nantes, 2–4 september 2015.
- Brey, E., e Shutts, K. (2015). Children use nonverbal cues to make inferences about social power. *Child Development*, 86(1), 276–286. <http://dx.doi.org/10.1111/cdev.12334>
- Brown, C. E. (1981). Shared space invasion and race. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 7, 103–108. <http://dx.doi.org/10.1177/014616728171016>
- Burgess, W. J. (1983). Developmental trends in proxemic spacing behavior between surrounding companions and strangers in casual groups. *Journal of Nonverbal Behavior*, 7, 158–169. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00986946>
- Calbris, G. (1990). *Semiotics of French Gesture*. Indiana University Press.
- Collier, J. (1995). Photography and visual anthropology. In P. Hockings (ed.), *Principles of Visual Anthropology*, second edition (pp. 235–254). Mouton.
- Collier, M. (1983). *Nonverbal Factors in the Education of Chinese American Children: A Film Study*. Asian American Studies, SFSU.
- Collier, M. (2001) Approaches to analysis in visual anthropology. In T. van Leeuwen, e C. Jewitt, (Eds.), *Handbook of visual analysis*, (pp. 35–60). Sage publications London. Thousands Oaks. New Delhi.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. John Murray.
- Enfield, N. J. (2001). Lip-pointing: A discussion of form and function with reference to data from Laos. *Gesture*, 1, 185–211. <http://dx.doi.org/10.1075/gest.1.2.06enf>
- Espinoza-Vásquez, G., Zakaryan, D., e Carrillo Yáñez, J. (2018). El conocimiento especializado del profesor de matemáticas en el uso de la analogía en la enseñanza del concepto de función. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 21(3), 301–324. <http://dx.doi.org/10.12802/relime.18.2133>
- Falsetti, M. C., e Rodriguez, M. A. (2005). Interacciones y aprendizaje en matemática preuniversitaria: ¿Qué perciben los alumnos? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 8(3), 319–338. Available at: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33508305>
- Farsani, D. (2015a). Deictic gestures as amplifiers in conveying aspects of mathematics register. *In Proceedings of the 9th Conference of European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1382–1384). Prague, Czech.
- Farsani, D. (2015b). *Making Multi-Modal Mathematical Meaning in Multilingual Classrooms*. [Unpublished PhD thesis]. University of Birmingham.
- Farsani, D., Breda, A., e Sala-Sebastià, G. (2020). ¿Cómo los gestos de los maestros afectan a la atención visual de las estudiantes durante el discurso matemático? *REDIMAT*, 9(3), 220–242. <https://doi.org/10.17583/redimat.2020.5185>
- Farsani, D., Breda, A., e Sala-Sebastià, G. (2022). Non-verbal interaction and students' visual engagement in Mathematics and English classes. *Acta Scientiae*, 24(5), 1–26. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6721>
- Farsani, D., e Mendes., J. (2021). Proxêmica e comunicação não verbal na interação em sala de aula. *Psicologia Escolar e Educacional*, 25, e229866. <https://doi.org/10.1590/2175-35392021229866>
- Farsani, D., Radmehr, F., Alizadeh, M., e Zakariya, Y. F. (2021) Unpacking the black-box of students' visual attention in mathematics and English classrooms: Empirical evidence using mini-video recording gadgets. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 773–781. <https://doi.org/10.1111/jcal.12522>


- Font, V., e Nanclares, J. I. A. (2003). Fenómenos relacionados con el uso de metáforas en el discurso del profesor. El caso de las gráficas de funciones. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(3), 405–418. Available at: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21947>
- Givens, D. B. (2016). Reading palm-up signs: neurosemiotic overview of a common hand gesture. *Semiotica*, 235–250. <https://doi.org/10.1515/sem-2016-0053>
- Godino, J. D., Batanero, C., e Font, V. (2019). The onto-semiotic approach: implications for the prescriptive character of didactics. *For the learning of mathematics*, 39(1), 38–43. Available at: <https://flm-journal.org/Articles/7BF8C2BCB810897D52601E7BD7A1A7.pdf>
- Goodwin, C. (2001). Practices of seeing: Visual analysis: An ethnomethodological approach. In T. van Leeuwen, e C. Jewitt (Eds.), *Handbook of visual analysis*, (pp. 157–182). Sage Publications London. Thousands Oaks. New Delhi.
- Good, C., Aronson, J., e Harder, J. A. (2008). Problems in the pipeline: Stereotype threat and women's achievement in high-level math courses. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 29(1), 17–28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appdev.2007.10.004>
- Hall, E. T. (1963). A system for notation of proxemic behavior. *American Anthropologist*, 65, 1003–1026. <http://dx.doi.org/10.1525/aa.1963.65.5.02a00020>
- Hall, E. T. (1966). *The Hidden Dimension*. Doubleday.
- Hall, E. T. (1973). Handbook for Proxemic Research. Society for the Anthropology of Visual Communication.
- Hockings, P. (ed.) (1995). *Principles of visual anthropology* [2nd edition]. Mouton.
- Holsanova J. (2012). New methods for studying visual communication and multimodal integration. *Visual Communication*, 11(3), 251–257. <http://dx.doi.org/10.1177/1470412912446558>
- Holsanova, J., Rahm, H., e Holmqvist, K. (2006). Entry Points and Reading Paths on Newspaper Spreads: Comparing a Semiotic Analysis with Eye-Tracking Measurements. *Visual Communication*, 5(1), 65–93. <http://dx.doi.org/10.1177/1470357206061005>
- Inagaki, K., Shimizu, T., e Sakairi, Y. (2018). Effects of posture regulation on mood states, heart rate and test performance in children. *Educational Psychology*, 38(9), 1129–1146. <http://dx.doi.org/10.1080/01443410.2018.1504003>
- Jewitt, C. (1999). A social semiotic analysis of male heterosexuality in sexual health resources: The case of images. *International Journal of Social Research Methodology: Theory and Practice*, 1(4), 263–280. <http://dx.doi.org/10.1080/13645579.1998.10846880>
- Kaya, N. e Erkíp, F. (1999). Invasion of personal space under the condition of short-term crowding: A case study on an automatic teller machine. *Journal of Environmental Psychology*, 19, 183–189. <http://dx.doi.org/10.1006/jevps.1999.0125>
- Kendon, A. (2004). *Gesture: Visible action as utterance*. Cambridge University Press.
- Kendon, A., e Versante, L. (2003). Pointing by hand in Neapolitan. In S. Kita (ed.), *Pointing: Where Language Culture and Cognition Meet* (pp. 109–138). Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Khatin-Zadeh, O., Farsani, D., e Breda, A. (2023). How can transforming representation of mathematical entities help us employ more cognitive resources?. *Frontiers in Psychology*, 14, 1091678. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1091678>
- Kita, S. (ed.) (2003). *Pointing: Where language, culture, and cognition meet*. Erlbaum Associates.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., e Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning: The Rhetorics of Science Classroom*. Continuum.
- Kress, G., e van Leeuwen T. (1996). *Reading Images: The Grammar of Visual Design*. Routledge.
- Kress, G., e van Leeuwen T. (2002). Colour as a semiotic mode: notes for a grammar of colours. *Visual Communication*, 1(3), 343–68. <http://dx.doi.org/10.1177/147035720200100306>

- LaCrosse, M. B. (1975). Nonverbal behaviour and perceived counselor attractiveness and persuasiveness. *Journal of Counseling Psychology*, 22, 563–566. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.22.6.563>
- Leibman, M. (1970). The effects of sex and race norms on personal space. *Environment and Behavior*, 2, 208–246. <http://dx.doi.org/10.1177/001391657000200205>
- Llobera, J., Spanlang, B., Ruffini, G., e Mel Slater, I. (2010). Proxemics with multiple dynamic characters in an immersive virtual environment. *ACM Transactions on Applied Perception* 8(1), article 3. <http://dx.doi.org/10.1145/1857893.1857896>
- Madden, S. J. (1999). Proxemics and gender: Where's the spatial gap? *North Dakota Journal of Speech and Theater*, 12, 1–8.
- Manghi Haquin, D. (2010). Recursos semióticos del profesor de matemática: funciones complementarias del habla y los gestos para la alfabetización científica escolar. *Estudios pedagógicos*, 36(2), 99–115. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052010000200006>
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. The University of Chicago Press.
- Mehrabian, A. (1972) *Nonverbal communication*. Aldine-Atherton.
- Merritt, P., Hirshman, E., Wharton, W., Stangl, B., Devlin, J., e Lenz, A. (2007). Evidence for gender differences in visual selective attention. *Personality and Individual Differences*, 43(3), 597–609. <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2007.01.016>
- Mumm, J. e Mutlu, B. (2011). Human-Robot Proxemics: Physical and Psychological Distancing in Human-Robot Interaction. In: *Proceedings of the 6th ACM/IEEE Conference on Human-Robot Interaction*. Lausanne, Switzerland.
- Noesjirwan, J. (1977). Contrasting cultural patterns on interpersonal closeness in doctors: Waiting rooms in Sydney and Jakarta. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 8, 357–368. <http://dx.doi.org/10.1177/002202217783008>
- Norris, S. (2011). Three hierarchical positions of deictic gesture in relation to spoken language: a multimodal interaction analysis. *Visual Communication*, 10(2), 129–147. <https://doi.org/10.1177/1470357211398439>
- O'Halloran, K. L. (2005) *Mathematical Discourse: Language, Symbolism and Visual Images*. Continuum.
- Planas, N., e Iranzo, N. (2009). Consideraciones metodológicas para la interpretación de procesos de interacción en el aula de matemáticas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 12(2), 179–213.
- Radford, L. (2003). Gestures, speech, and the sprouting of signs: A semiotic-cultural approach to students' types of generalization. *Mathematical thinking and learning*, 5(1), 37–70. http://dx.doi.org/10.1207/S15327833MTL0501_02
- Radford, L. (2006a). Elementos de una teoría cultural de la objetivación. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9(Extraordinario 1), 103–129.
- Radford, L. (2006b). Semiótica y educación matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 1(Extraordinario 1), 7–21.
- Radford, L. (2009). Why do gestures matter? Sensuous cognition and the palpability of mathematical meanings. *Educational Studies in Mathematics*, 70, 111–126. <http://dx.doi.org/10.1007/s10649-008-9127-3>
- Radford, L., Edwards, L., e Arzarello, F. (2009). Introduction: beyond words. *Educational Studies in Mathematics*, 70(2), 91–95. <http://dx.doi.org/10.1007/s10649-008-9172-y>


- Remland, M. S., Jones, T. S., e Brinkman, H. (1995). Interpersonal distance, body orientation and touch: Effects of culture, gender, and age. *The Journal of Social Psychology*, 135, 281–297. <http://dx.doi.org/10.1080/00224545.1995.9713958>
- Salinas-Hernández, U., e Miranda, I. (2020). La teoría de la objetivación en el análisis de los modos de enseñanza: el caso de un profesor novato. *RECME - Revista Colombiana De Matemática Educativa*, 5(2), 83–91. Recuperado a partir de <http://www.ojs.asocolme.org/index.php/RECME/article/view/361>
- Sandoval-Troncoso, L., e Ledezma, C. (2021). Los gestos, una manera de comunicar matemática: el caso particular de las funciones. *Educación matemática*, 33(2), 205–226. <http://dx.doi.org/10.24844/EM3302.08>
- Scheiner, T., Godino, J. D., Montes, M. A., Pino-Fan, L. R., e Climent, N. (2022). On metaphors in thinking about preparing mathematics for teaching: In memory of José (“Pepe”) Carrillo Yáñez (1959–2021). *Educational Studies in Mathematics*, 111(2), 253–270. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10154-4>
- Scherer, S. E. (1974). Proxemic behavior of primary school children as a function of their socioeconomic class and subculture. *Journal of Personality and Social Psychology*, 26, 800–805. <http://dx.doi.org/10.1037/h0036190>
- Sinclair, A. (2005). Mathematics and imitation from age one to three. *Journal for the Study of Education and Development*, 28(4), 377–392. <https://doi.org/10.1174/021037005774518983>
- Smith-Hanen, S. S. (1977). Effects of nonverbal behaviors on judged levels of counselor warmth and empathy. *Journal of Counseling Psychology*, 24(2), 87–91. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0167.24.2.87>
- Sobel, R. S. e Lillith, N. (1975). Determinants of non-stationary personal space invasion. *Journal of Social Psychology*, 97, 39–45. <https://doi-org.sire.ub.edu/10.1080/00224545.1975.9923310>
- Sommer, R. (1959). Studies in personal space. *Sociometry*, 22, 247–260.
- Sommer, R. (1961). Leadership and group geography. *Sociometry*, 24, 99–110.
- Soto-Andrade, J. (2007). La cognición hecha cuerpo florece en metáforas. En A. Ibáñez e D. Cosmelli (Eds.), *Nuevos enfoques de la cognición. Redescubriendo la dinámica, la intención y la intersubjetividad* (pp. 71–90). Universidad Diego Portales.
- Webber, S. (2008). Visual images in research. In L. G. Knowles, e A. Cole (Eds.), *Handbook of Arts in Qualitative Research* (pp. 41–53). Sage.
- Wilkins, D. (1999). *What's ‘The Point’? The significance of gestures of orientation in Arrernte*. Presented to the Central Australian Linguistics Circle, Alice Springs. Nijmegen.
- Zahry, N. R., e Besley, J. C. (2019). Warmth Portrayals to Recruit Students into Science Majors. *Visual Communication*, 20(4), 470–500. <https://doi.org/10.1177/1470357219871696>

Autores

Adriana Breda. Facultad de Educación, Universitat de Barcelona, España. adriana.breda@ub.edu

 <https://orcid.org/0000-0002-7764-0511>

Danyal Farsani. Facultad de Educación, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Noruega. danyal.farsani@ntnu.no

 <https://orcid.org/0000-0002-9412-3161>

Gemma Sala-Sebastià. Facultad de Educación, Universitat de Barcelona, Barcelona, España. gsala@ub.edu

 <https://orcid.org/0000-0001-9830-312X>