

Interação Não-Verbal e Envolvimento Visual dos Estudantes nas Aulas de Matemática e Inglês

Danyal Farsani ^a
Adriana Breda ^b
Gemma Sala-Sebastià ^b

^a Universidad Finis Terrae, Facultad de Educación, Santiago do Chile, Región Metropolitana, Chile

^b Universitat de Barcelona, Facultat d'Educació, Barcelona, Catalunya, Espanya

Recebido para publicação 6 jul. 2021. Aceito após revisão 25 jul. 2022
Editora designada: Claudia Lisete Oliveira Groenwald

RESUMO

Contexto: As interações em sala de aula são de particular interesse para os processos de ensino e aprendizagem. **Objetivo:** analisar como os diferentes modos de interação não-verbal contribuíram para o envolvimento visual dos alunos nas aulas de matemática e inglês. **Design:** estudo quantitativo. **Ambiente e participantes:** selecionou-se, aleatoriamente, quinze alunos do sexo masculino e quinze do sexo feminino, os quais, usavam uma minicâmara acoplada em óculos de lente que gravou quarenta e cinco horas de videoaula. **Coleta e análise de dados:** usando o *Google Images*, buscou-se de forma automática e objetiva registros das gravações em que os professores da turma apareceram no campo visual dos alunos, as quais foram analisadas estatisticamente. **Resultados:** os resultados mostram que a maneira pela qual os alunos estão visualmente envolvidos com o professor depende de um conjunto de proxêmicas. Por um lado, encontraram-se diferenças relacionadas à atenção visual tanto em relação à disciplina que os alunos estão aprendendo quanto às diferentes proxêmicas do aluno em relação ao professor, apontando que os alunos estão mais envolvidos visualmente com as instruções dos professores a uma proxêmica de 1,20 a 3,70 metros. Por outro lado, relatam-se diferenças entre meninos e meninas e como eles estão visualmente envolvidos em suas aulas de matemática e inglês. **Conclusões:** conclui-se que os gestos de apontar realizados pelos professores podem servir como uma ferramenta para recuperar a atenção visual dos alunos nas aulas de matemática e inglês.

Palavras-chave: interação não-verbal; atenção visual; proxêmica; aula de matemática e inglês; minicâmara de vídeo.

Autor correspondente: Adriana Breda. E-mail: adriana.breda@ub.edu

Non-Verbal Interaction and Students' Visual Engagement in Mathematics and English classes

ABSTRACT

Background: The interactions in the classroom are of particular interest to the teaching and learning processes. **Objectives:** This study examines nonverbal interaction in mathematics classrooms, and how different modes of nonverbal behaviour, contributed to the engagement in lessons. **Design:** A quantitative study. **Setting and Participants:** 30 randomly selected students wore mini camera-mounted eyeglasses in their mathematics and English lessons. Approximately 45 hours of video recording were made from these cameras (from a first-person's perspective) to analyse and compare the nonverbal interaction in mathematics and English lessons. **Data collection and analysis:** In Google Images, we objectively searched and statistically analysed frames in which the class teachers appeared within the students' visual field. **Results:** The results show that how students are visually engaged with the teacher depends on a set of proxemics. Differences were found related to visual attention both regarding the subject matter and the different proxemics of the student in relation to the teacher, pointing out that students are more visually involved with the teachers' instructions when at a proxemic of 1.20 to 3.70 meters. Furthermore, we report differences between boys and girls and how they are visually engaged in their mathematics classrooms. **Conclusions:** Finally, we report how teachers pointing gestures can serve as a tool to recapture students' visual attention in mathematics classrooms.

Keywords: Non-verbal interaction; Visual engagement; Proxemics; Math and English classes; Mini camera.

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; Rosa & Farsani, 2021). 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 na pesquisa educacional. 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 (1971) 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 o exame de processos multimodais de visão (Adami e Swanwick, 2019), gestos e movimentos (Farsani, 2015a; Radford, Edwards e Arzarello, 2009; Kress et al., 2001), postura (Brey e Shutts, 2015; Inagaki, Shimizu e Sakairi, 2018; Zahry e Besley, 2019), olhar (Araya, Farsani e Hernández, 2016; Farsani e Villa-Ochoa, 2022; Holsanova, Rahm e Holmqvist, 2006), aceno com a cabeça (Smith-Hanen, 1977) e orientação para os ombros (LaCrosse, 1975). No entanto, poucos estudos se concentraram na noção de proxêmicas na pesquisa em sala de aula (Collier, 1983), particularmente nas aulas de matemática (Farsani, 2015a; Farsani, Breda e Sala, 2020). Além disso, poucas ferramentas metodológicas foram desenvolvidas para medir a atenção visual de forma objetiva, na esperança de mensurar e avaliar o envolvimento visual de estudantes. Neste artigo, prestaremos atenção especial à importância do ponto de vista da primeira pessoa. Por meio da instalação de micro câmeras nos óculos dos alunos (Figura 1), podemos calcular e obter uma melhor perspectiva da interação na sala de aula, conforme observado diretamente pelo próprio aluno.

Figura 1

Minicâmara montada nos óculos dos estudantes.



Neste artigo, gostaríamos de explorar mudanças sutis nos comportamentos não verbais dos professores, que afetam diretamente a atenção visual dos alunos. Em particular, propomo-nos examinar em que local da sala de aula e com que distância específica os alunos, provavelmente, estarão visualmente mais ou menos envolvidos com o professor. Além disso, queremos

explorar as diferenças entre essas variáveis entre meninos e meninas e entre aulas de matemática e inglês. 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.

REVISÃO DE LITERATURA

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, o espaço pessoal de indivíduos num meio social.

2.1. Gesto de apontar

Os gestos foram categorizados em quatro grupos diferentes: icônico, metafórico, batida e de apontar. Cada forma de gesto tem uma função diferente na comunicação humana (ver McNeill, 1992; Khatin-Zadeh, 2022a; 2022b). Apontar, ou realizar 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 e inscrições 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 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 apontar é frequentemente considerado ameaçador e visto como "destacado" (Andersen, 1999). Os dedos apontadores costumam ser usados para "comandar ou acusar", enquanto o gesto de mão

aberta com palma para cima “constitui uma superfície em vez de uma linha, um presente ou uma oferta. Suas 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 as respostas verbais dos alunos quando um professor utilizou gestos de apontar e os comparou com quando foram usados, pelo professor, 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, 2015a). Por exemplo, 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' (que se parece muito com a ocular), mas também para reforçar o conceito de que existem dois lados iguais e dois ângulos idênticos (exatamente como nossos olhos) em um triângulo isósceles. Portanto, o emprego de gestos dêiticos na instrução realizada pelos professores, não apenas adicionou esclarecimentos e riqueza ao discurso falado, mas promoveu a lembrança de um registro de matemática na língua inglesa.

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 dar uma 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 e de inglês 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 definido 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 idéias refletem seus antecedentes teóricos. Esse conceito atraiu muitos antropólogos, psicólogos e educadores contemporâneos. O termo proxêmica foi cunhado pelo antropólogo americano Edward T. Hall (1963), 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/profissional (até 3,70 m) e espaço público (mais de 3,70 m). Araya e Farsani (2020) renomearam essas categorias como espaços privados, pessoais, profissionais e públicos, pois se referem a interações nos contextos educacionais profissionais. Neste artigo, gostaríamos de examinar e aumentar a conscientização sobre qual desses quatro espaços tem o maior efeito na atenção visual dos alunos em suas aulas de matemática e inglês.

No espaço íntimo (mães e bebês; amantes) costumam habitar a distância íntima apresentada por Hall (1963), 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 (1963) 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 "não mordo!", que se traduz em "eu não mordo". 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 e 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 (Farsani et al., 2021). 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 (2015a) 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 (2015a) 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.

METODOLOGIA

Nas próximas subseções tratamos de apresentar os instrumentos e ferramentas metodológicas utilizadas para a coleta e análise dos dados.

3.1 Instrumentos e ferramentas metodológicas

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, características 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, Rahm e Holmqvist, 2006). No entanto, estas pesquisas apontam desvantagens no emprego de dispositivos de rastreamento ocular. Para realizar amostras de tamanho médio-grande, os dispositivos de rastreamento ocular podem ser caros. Para a pesquisa atual, 30 alunos selecionados (15 meninas e 15 meninos) usavam uma mini câmera de vídeo montada em óculos nas aulas de matemática e inglês. No total, obtivemos 45 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 (Boeriis e 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, assim, pudesse ocorrer 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 (Araya, Farsani e Hernández, 2016). 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 (Araya e Farsani, 2020). No entanto, até o momento, poucas ferramentas metodológicas foram desenvolvidas para medir objetiva e automaticamente a atenção visual, na esperança 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 (Araya, Farsani e Hernández, 2016).

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 162000 quadros dos 30 alunos. Neste artigo, cada quadro representa um segundo. Em outras palavras, cada quadro representa uma foto, "impressão da realidade" (Jewitt, 1999: 21), que nos permite participar em momentos específicos da perspectiva dos próprios alunos em sua interação na sala de aula de matemática e de inglês. Dos 162000 quadros, apenas 6278 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 Images* identificou de maneira automática e objetiva todos os quadros em que uma imagem de um professor apareceu em cada quadro capturado pelos alunos.

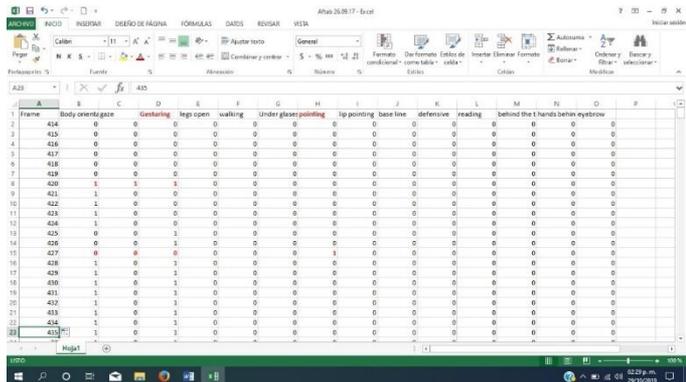
Estávamos interessados principalmente em casos em que os alunos mantinham sua atenção visual no professor. Houve momentos em que mais de dois rostos estavam presentes no mesmo quadro, por exemplo, o professor e

outra pessoa 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 a *Google Images* 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 2).

Figura 2

Examinando variáveis não verbais com auxílio do Excel.



Esse processo manual foi realizado no Excel, inserindo 0s e 1s (se não aconteceu, *versus* se 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 estático em sua posição na classe. Por exemplo, examinamos os números de quadro 420 e 427, respectivamente. Esses dois quadros (cada um representa um segundo) capturados por um aluno.

Figura 3

Observando ao professor enquanto gesticula.



Figura 4

Observando ao professor enquanto aponta.



A Figura 3 representa a descrição quantitativa do quadro 420 e a Figura 4 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 e 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 são 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.

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.

3.2. 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, Jones e Brinkman 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; Van Oosterhout e Visser, 2008) 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 de 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 cm 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 m. 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 5).

Figura 5

Medindo proxêmicas em sala de aula.



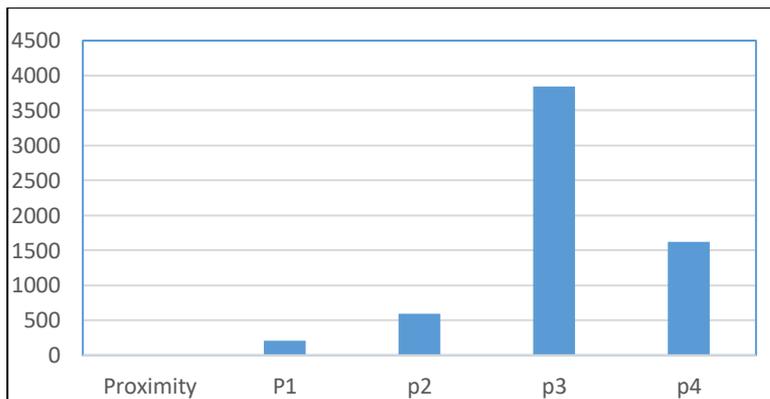
ANÁLISES E RESULTADOS

A Figura 5, 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 et al. (2020) 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 6278 quadros, 3847 quadros surgiram do P3, o que representa 61,3% do total dos quadros. Posteriormente, surgiram 1624 quadros em P4, que representam 25,9% do total de quadros. P2 e P1 foram responsáveis por 597 e 210 quadros, que constituíram 9,5% e 3,3% do envolvimento visual, respectivamente (Figura 6).

Figura 6

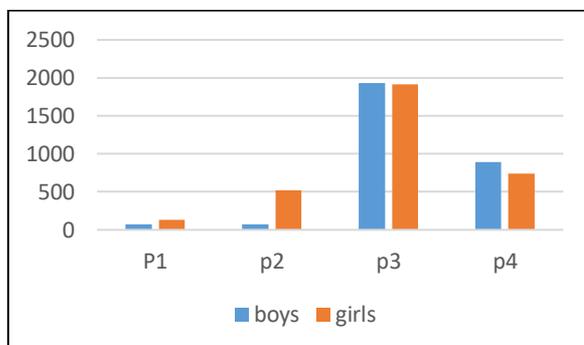
Atenção visual dos estudantes nas diferentes categorias de espaço.



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 6, também estávamos interessados em examinar em que medida o sexo do aluno influenciou sua atenção visual em todas as categorias de espaço. A Figura 7 mostra um padrão interessante da atenção visual desses 30 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 mais próximos com seus professores do que os meninos. Os meninos parecem estar melhor envolvidos visualmente em espaços com mais de 1,20 metros.

Figura 7

Diferenças entre a atenção visual de meninos e meninas.



Há muito debate sobre as diferenças de gênero 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 gênero na atenção visual mostraram estar relacionadas às diferenças cognitivas de gênero entre mulheres e homens, em disciplinas como a Matemática (Good, Aronson e Harder, 2008), mas nossos resultados não mostram uma diferença significativa relacionada a atenção visual entre meninos e meninas.

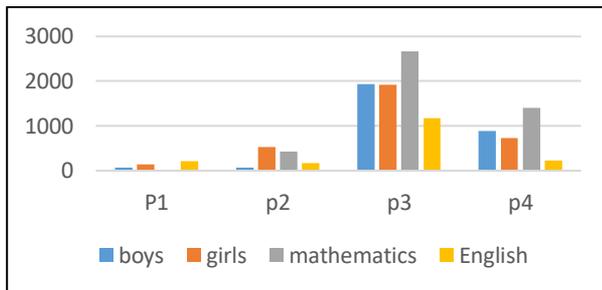
Agora, queremos focar até que ponto a natureza da disciplina (matemática *versus* inglês) afeta a atenção visual dos alunos (ou o envolvimento visual). A Figura 8 ilustra o envolvimento visual de meninos e meninas em diferentes disciplinas (inglês e matemática), cada um em diferentes categorias de espaço. Parece que os alunos estão mais envolvidos visualmente com o professor de matemática em mais proximidades que com o professor de inglês. No geral, mais estudantes estavam visualmente envolvidos na aula de matemática do que na de inglês. 4504 quadros (71,7%) dos 6278 quadros emergiram das aulas de matemática, enquanto apenas 1774 quadros (28,3%) foram gerados nas aulas de inglês.

Curiosamente, no Espaço Privado (P1), apenas 1% e 99% dos quadros emergiram da matemática e do inglês, respectivamente. No Espaço Pessoal (P2), 71,5% e 28,5% dos quadros emergiram da matemática e do inglês, respectivamente. No Espaço profissional (P3), 69,5% e 30,5% dos quadros emergiram da matemática e do inglês, respectivamente. No Espaço Público

(P4), 86,3% e 13,7% dos quadros emergiram da matemática e do inglês, respectivamente (Figura 8).

Figura 8

Os efeitos da disciplina no envolvimento visual dos alunos.

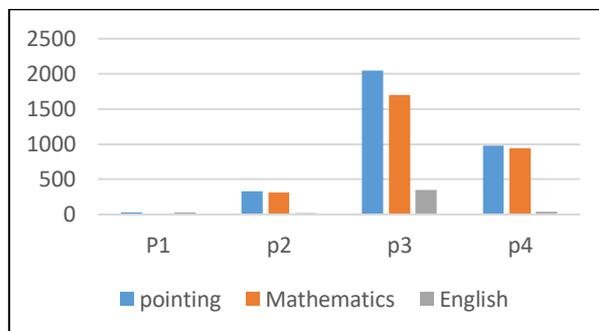


Por fim, queremos discutir em que medida os gestos de apontar realizados pelos professores atraíram a atenção visual dos alunos nas salas de aula de matemática. Além disso, nos questionamos: existem distâncias críticas nas quais os alunos podem se beneficiar dos gestos de apontar realizados pelos professores de matemática e inglês?

A Figura 9 ilustra a execução do gesto de apontar o dedo dos professores em diferentes categorias proximicas, tanto nas aulas de matemática quanto de inglês. No P1, existem apenas 32 quadros em que há gestos de apontar e todos esses quadros emergem das aulas de inglês. No P2, dos 334 quadros que mostram que o professor está apontando, foi visto 312 vezes em matemática e 22 vezes em inglês. No P3, 1702 de 2048 gestos de apontar (83,1%) capturaram a atenção visual dos alunos em suas aulas de matemática. Finalmente, no espaço P4, 938 dos 981 gestos de apontar (95,6%) capturaram a atenção visual dos alunos em suas aulas de matemática. Parece 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 de 1,20 m ou mais.

Figura 9

Gesto de apontar dos professores e sua proximidade com a atenção visual dos alunos.



CONCLUSÕES

Este artigo relata um estudo realizado em uma escola de educação primária no Chile, onde uma amostra de 30 estudantes (15 meninas e 15 meninos) usava uma minicâmara de vídeo montada 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 entre certas variáveis, tanto em relação à disciplina que os alunos estão aprendendo (inglês *versus* matemática) quanto às diferentes proxêmicas do aluno em relação ao professor. Conclui-se que há padrões proeminentes que envolvem engajamento visual, em particular em distâncias entre aluno e professor de 1,20 metros ou mais. Além disso, analisamos até que ponto os gestos de apontar dos professores poderiam afetar o envolvimento visual do aluno. Aparentemente, nas aulas de matemática, os alunos aprendem mais com os gestos de apontar realizados pelos professores, principalmente em espaços profissionais (P3) e públicos (P4). Estes resultados corroboram com os resultados encontrados em Farsani, Breda e Sala (2020) e Farsani e Villa-Ochoa (2022).

Como educadores, acreditamos firmemente 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 os processos de ensino. 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. Uma recomendação e aplicação prática é incorporar o treinamento não-verbal. Uma recomendação e aplicação prática é incorporar a comunicação não verbal nos cursos de formação de professores, tanto para futuros professores quanto para professores em exercício. A formação de professores nessa perspectiva pode ampliar conhecimentos e habilidades para refletir sobre a função comunicativa da linguagem não verbal na interação em sala de aula e, conseqüentemente, levar ao aprimoramento dos processos de instrução matemática. (Breda, 2020; Breda, Pino-Fan & Font, 2017). Este estudo tem uma limitação. Devido ao tamanho médio da amostra (30 alunos) em um contexto particular, Santiago do Chile, entendemos que são necessárias mais pesquisas interculturais sobre interação não-verbal multimodal, a fim de examinar mais detalhadamente as trocas visuais e não-verbais multimodais que ocorrem, não apenas na sala de aula chilena, mas em outros contextos culturais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio aos projetos PAI 77200008, ANID/PAI 77200008, PGC2018-098603-B-I00 (MINECO / FEDER, EU) e PID2021-127104NB-I00 (MINECO / FEDER, EU).

DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Ideia, D. F.; Revisão da literatura (estado da arte), D. F.; A. B.; G. S.; Metodologia, D. F.; Análise de dados, D. F.; A.B.; G. S.; Resultados, D. F.; A. B.; G. S.; Discussão e conclusões, D. F.; A. B.; G. S.; Rascunho (rascunho original), A. B.; Revisões finais, A. B.; Desenho do projeto e patrocínios, D. F.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados que suportam os resultados deste estudo serão disponibilizados pelo autor correspondente, [D. F.], mediante solicitação razoável.

REFERÊNCIAS

- Adami, E., & Swanwick, R. (2019). Signs of understanding and turns-as-actions: a multimodal analysis of deaf–hearing interaction. *Visual Communication*. <https://doi.org/10.1177/1470357219854776>
- Aiello, J. R. & 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. <https://doi.org/10.1037/h0031433>
- Andersen, P. A. (1999). *Nonverbal communication: Forms and functions*. Mayfield Pub.
- Araya R., & Farsani D. (2020). The Effect of Teacher Unconscious Behaviors on the Collective Unconscious Behavior of the Classroom. In: Hernes M., Wojtkiewicz K., Szczerbicki E. (eds) *Advances in Computational Collective Intelligence ICCCI 2020* (pp. 529-549). Communications in Computer and Information Science series, vol. 1287. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63119-2_43
- Araya, R., Farsani, D., & Hernández, J. (2016). How to Attract Students' Visual Attention. In: Verbert, K., Sharples, M., Klobučar, T. (eds) *Adaptive and Adaptable Learning EC-TEL 2016*. Lecture Notes in Computer Science series, vol 9891. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45153-4_3
- Azaoui, B. (2015). Polyfocal classroom interactions and teaching gestures. An analysis of nonverbal orchestration. *Proceedings of "Gestures and speech in interaction (GESPIN)"*, Nantes, 2-4 September 2015.
- Boeriis, M. & Holsanova, J. (2012). Tracking visual segmentation: connecting semiotic and cognitive perspectives. *Visual communication*, 11(3), 259-281. <https://doi.org/10.1177/1470357212446408>
- Breda, A. (2020). Características del análisis didáctico realizado por profesores para justificar la mejora en la enseñanza de las matemáticas. *Bolema*, 34(66), 69-88. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a04>
- Breda, A., Pino-Fan, L. R., & Font, V. (2017). Meta Didactic-Mathematical Knowledge of Teachers: Criteria for The Reflection and Assessment on Teaching Practice. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and*

Technology Education, 13, 1893-1918.

<http://dx.doi.org/10.12973/eurasia.2017.01207a>

- Brey, E. & Shutts, K. (2015). Children use nonverbal cues to make inferences about social power. *Child Development*, 86(1), 276–286.
<https://doi.org/10.1111/cdev.12334>
- Brown, C. E. (1981). Shared space invasion and race. *Personality and Social Psychology Bulletin* 7, 103–108.
<https://doi.org/10.1177%2F014616728171016>
- 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.
<https://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, & C. Jewitt, (Eds.), *Handbook of visual analysis* (pp. 35 – 60). Sage.
- 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.
<https://doi.org/10.1075/gest.1.2.06enf>
- Falsetti, M. C. & Rodríguez, M. A. (2005). Interacciones y aprendizaje en matemática preuniversitaria: ¿Qué perciben los alumnos? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 8(3), 319-338.
- 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*, Prague, Czech. (pp. 1382-1384).

- Farsani, D. (2015b). *Making Multi-Modal Mathematical Meaning in Multilingual Classrooms*. Unpublished PhD thesis, University of Birmingham.
- Farsani, D. (2022). The name game: the role of cultural affordances in learning probability. *For the Learning of Mathematics*, 42(2), 17-18.
- Farsani, D., Breda, A., & Sala, G. (2020). ¿Cómo los gestos de los maestros afectan a la atención visual de las estudiantes durante el discurso matemático? *REDIMAT – Journal of Research in Mathematics Education*, 9(3), 220–242.
<https://doi.org/10.17583/redimat.2020.5185>
- Farsani, D., Radmehr, F., Alizadeh, M., & 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>
- Farsani, D., & Villa-Ochoa, J. (2022). Analyzing students’ visual attention through spy glasses. *Uniciencia*, 36(1), 1-17.
<https://doi.org/10.15359/ru.36-1.34>
- Givens, D. B. (2016). Reading palm-up signs: Neurosemiotic overview of a common hand gesture. *Semiotica*, 2016(210), 235-250.
- Goodwin, C. (2001). Practices of seeing: Visual analysis: An ethnomethodological approach. In T. van Leeuwen, & C. Jewitt (Eds.), *Handbook of visual analysis* (pp. 157-182). Sage.
- Good, C., Aronson, J., & 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.
<https://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.
<https://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. <https://doi.org/10.1177%2F1470412912446558>
- Holsanova, J., Rahm, H., & 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. <https://doi.org/10.1177%2F1470357206061005>
- Inagaki, K., Shimizu, T., & Sakairi, Y. (2018). Effects of posture regulation on mood states, heart rate and test performance in children. *Educational Psychology*, 38(9), 1129-1146. <https://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. <https://doi.org/10.1080/13645579.1998.10846880>
- Kaya, N. & Erkip, 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. <https://doi.org/10.1006/jevp.1999.0125>
- Kendon, A. (2004). *Gesture: Visible action as utterance*. Cambridge University Press.
- Kendon, A. & Versante, L. (2003) Pointing by hand in Neapolitan. In: S. Kita (ed.), *Pointing: Where Language Culture and Cognition Meet* (pp. 109-138). Lawrence Erlbaum.
- Khatin-Zadeh, O., Farsani, D., & Banaruee, H. (2022). A Study of the Use of Iconic and Metaphoric Gestures with Motion-Based, Static Space-Based, Static Object-Based, and Static Event-Based Statements. *Behavioral Sciences*, 12(7), 239. <https://doi.org/10.3390/bs12070239>
- Khatin-Zadeh, O., Farsani, D., & Reali, F. (2022). A study of using metaphoric and beat gestures with motion-based and non-motion-based metaphors during retelling stories. *Behavioral Sciences*, 12(5), 129. <https://doi.org/10.3390/bs12050129>

- Kita, S. (ed.) (2003). *Pointing: Where language, culture, and cognition meet*. Erlbaum.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning: The Rhetorics of Science Classroom*. Continuum.
- Kress, G. & Van Leeuwen, T. (1996). *Reading Images: The Grammar of Visual Design*. Routledge.
- Kress, G. & Van Leeuwen, T. (2002). Colour as a semiotic mode: notes for a grammar of colours. *Visual Communication* 1(3), 343-68.
<https://doi.org/10.1177%2F147035720200100306>
- LaCrosse, M. B. (1975). Nonverbal behavior and perceived counselor attractiveness and persuasiveness. *Journal of Counseling Psychology*, 22, 563- 566. <https://psycnet.apa.org/doi/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.
<https://doi.org/10.1177%2F001391657000200205>
- Llobera, J., Spanlang, B., Ruffini, G., & Mel Slater, I. (2010). Proxemics with multiple dynamic characters in an immersive virtual environment. *ACM Transactions on Applied Perception*, 8(1), article 3.
- Madden, S. J. (1999). Proxemics and gender: Where's the spatial gap? *North Dakota Journal of Speech and Theater*, 12, 1-8.
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. The University of Chicago Press.
- Mehrabian, A. (1971). *Silent messages*. Wadsworth.
- Mehrabian, A. (1972). *Nonverbal communication*. Aldine-Atherton.
- Merritt, P., Hirshman, E., Wharton, W., Stangl, B., Devlin, J., & Lenz, A. (2007). Evidence for gender differences in visual selective attention. *Personality and Individual Differences*, 43(3), 597-609.
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.01.016>
- Mumm, J. & 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.
<https://doi.org/10.1177%2F002202217783008>
- 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. & 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., Edwards, L., & Arzarello, F. (2009). Introduction: beyond words. *Educational Studies in Mathematics*, 70(2), 91–95.
<https://doi.org/10.1007/s10649-008-9172-y>
- Remland, M. S., Jones, T. S., & Brinkman, H. (1995). Interpersonal distance, body orientation and touch: Effects of culture, gender, and age. *The Journal of Social Psychology*, 135, 281–297.
<https://doi.org/10.1080/00224545.1995.9713958>
- Rosa, M., & Farsani, D. (2021). Two fish moving in their seas: How does the body language of teachers show itself who teach mathematical equations? *Acta Scientiae*, 23(4), 141-168.
<https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6391>
- 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.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0036190>
- 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.
- Sobel, R. S. & Lillith, N. (1975). Determinants of non-stationary personal space invasion. *Journal of Social Psychology*, 97, 39–45.
<https://doi.org/10.1080/00224545.1975.9923310>

- Sommer, R. (1959). Studies in personal space. *Sociometry*, 22, 247–260.
<https://doi.org/10.2307/2785668>
- Sommer, R. (1961). Leadership and group geography. *Sociometry*, 24, 99–110. <https://doi.org/10.2307/2785932>
- van Oosterhout, T., & Visser, A. (2008, February). A visual method for robot proxemics measurements. In *Proceedings of Metrics for Human-Robot Interaction: A Workshop at the Third ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2008)*. (pp. 61-68). Citeseer.
- Webber, S. (2008). Visual images in research. In L. G. Knowles, & 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. & Besley, J. C. (2019). Warmth Portrayals to Recruit Students into Science Majors. *Visual Communication*.
<https://doi.org/10.1177/1470357219871696>