SINESTESIA

Un nuovo paradigma educativo del XXI secolo tra processi, ricerche, pratiche e policy-making in campo educativo e formativo

Atti del Convegno Internazionale SIRD

Università del Salento

25-26-27 settembre 2025

a cura di
Alessia Scarinci, Maria Ermelinda De Carlo

Pensa MULTIMEDIA



Collana SIRD
Studi e ricerche sui processi di apprendimento-insegnamento e valutazione

diretta da
RENATA VIGANÒ

Direttore
Renata Viganò
(Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano)

Vice-Direttore
Pierpaolo Limone
(Università Telematica Pegaso)

Comitato scientifico
Federico Batini (Università degli Studi di Perugia)
Guido Benvenuto (Sapienza Università di Roma)
Giovanni Bonaiuti (Università degli Studi di Cagliari)
Loretta Fabbri (Università degli Studi di Siena)
Ettore Felisatti (Università degli Studi di Padova)
Luciano Galliani (Università degli Studi di Padova)
Maria Lucia Giovannini (Università degli Studi di Bologna)
Valentina Grion (Università degli Studi di Padova)
Maria Luisa Iavarone (Università degli Studi di Napoli "Parthenope")
Jean-Marie De Ketele (Université Catholique de Lovanio)
Alessandra La Marca (Università degli Studi di Palermo)
Marco Lazzari (Università degli Studi di Bergamo)
Pietro Lucisano (Sapienza Università di Roma)
Patrizia Magnoler (Università degli Studi di Macerata)
Massimo Margottini (Università degli Studi di Roma Tre)
Antonio Marzano (Università degli Studi di Salerno)
Giovanni Moretti (Università degli Studi di Roma Tre)
Elisabetta Nigris (Università degli Studi di Milano-Bicocca)
Achille M. Notti (Università degli Studi di Salerno)
Antonella Nuzzaci (Università degli Studi di Messina)
Filippo Gomez Paloma (Università degli Studi di Macerata)
Loredana Perla (Università degli Studi di Bari "Aldo Moro")
Vitaly Valdimirovic Rubtzov (City University of Moscow)
Maria Jose Martinez Segura (University of Murcia)
Paolo Sorzio (Università degli Studi di Trieste)
Roberto Trinchero (Università degli Studi di Torino)
Ira Vannini (Università degli Studi di Bologna)
Luisa Zecca (Università degli Studi di Milano Bicocca)

Coordinatori del Comitato di Redazione
Cristina Lisimberti (Università Cattolica del Sacro Cuore)
Andrea Tinterri (Università Telematica IUL)

Comitato di Redazione
Concetta Ferrantino (Università degli Studi di Salerno)
Iolanda Sara Iannotta (Università degli Studi di Salerno)
Maria Tiso (Università degli Studi di Salerno)

Collana soggetta a peer review

SINESTESIA

Un nuovo paradigma educativo del XXI secolo tra processi, ricerche, pratiche e policy-making in campo educativo e formativo

a cura di

Alessia Scarinci, Maria Ermelinda De Carlo

Atti del Convegno Internazionale SIRD

Università del Salento

25-26-27 settembre 2025

Pensa MULTIMEDIA



Quest'opera è assoggettata alla disciplina *Creative Commons attribution 4.0 International Licence* (CC BY-NC-ND 4.0) che impone l'attribuzione della paternità dell'opera, proibisce di alterarla, trasformarla o usarla per produrre un'altra opera, e ne esclude l'uso per ricavarne un profitto commerciale.

ISBN volume 979-12-5568-531-9
ISSN collana 2612-4971
PUBBLICATO NEL MESE DI GIUGNO 2026

2026 © by Pensa Evolution srl
73100 Lecce • Via Arturo Maria Caprioli, 8 • Tel. 0832.230435
www.pensamultimedia.it

INDICE

Introduzione
La sinestesia come paradigma educativo 19
di *Alessia Scarinci*

Saggio
Sinestesia in educazione: cosa sappiamo, cosa possiamo fare, cosa serve decidere | *Synaesthesia in education: what we know, what we can do, what we need to decide* 25
di *Renata Maria Viganò*

Sinestesia 1 – VISIONI
Fondamenti teorici e ricerca empirica sulla sinestesia educativa

Ricerche

1. La sinestesia come chiave epistemologica per una pedagogia del XXI secolo. Riflessione teorica, indagine bibliometrica ed esplorativa sulle traiettorie emergenti tra sensorialità, apprendimento e complessità | *Synesthesia as an Epistemological Key for Twenty-First-Century Pedagogy. Theoretical Reflection and Bibliometric and Exploratory Investigation of Emerging Trajectories between Sensoriality, Learning, and Complexity* 38
Antonella Coppi, Sabrina Lucilla Barone

2. Sinestesia come dispositivo epistemologico nel Teatro dell'Oppresso *Estetica, pensiero sensibile e formazione critica a partire da Estetica dell'Oppresso e Metaxis* | *Synesthesia as an Epistemological Device in the Theatre of the Oppressed* Aesthetic Practice, Sensitive Thought and Critical Education from Aesthetics of the Oppressed and Metaxis 53
Massimiliano Bozza

3. Immagini di valutazione: la sinestesia emotiva nei disegni degli alunni | *Evaluative images: emotional synesthesia in pupils' drawings* 62
Rosanna Di Vagno, Valeria Tamborra

4. Sinestesia e mente creativa: una prospettiva multidimensionale per l'educazione | *Synaesthesia and the creative mind: a multidimensional perspective for education* 78
Eugenia Treglia, Anna Maria Mariani, Francesco Peluso Cassese

5. Educare all'Intelligenza Artificiale nei contesti 0-6: esperienze immersive e riflessività sinestetica nella formazione dei docenti di sostegno | *Educating to Artificial Intelligence in Early Childhood (0-6) Contexts: Immersive Experiences and Synesthetic Reflexivity in the Training of Special Education Teachers* 88
Dario Lombardi, Luigi Traetta

6. Dalla coscienza sinestetica alle evidenze empiriche: percezione e valorizzazione multisensoriale nell'Embodied | *Education From Synaesthetic Sensibility to Empirical Evidence: Perception and Multisensory Enrichment in Embodied Education* 97
Daniela Maggi, Maria Grazia Simone, Antonio Balestra

7. Scrivere con il corpo, pensare con il linguaggio: sinestesia pedagogica e consapevolezza linguistica nella scrittura accademica per un approccio multisensory academic writing | *Writing with the Body, Thinking with Language: Pedagogical Synesthesia and Language Awareness for a Multisensory Approach to Academic Writing* 110
Teresa Savoia, Oleksandra Zagorulko

8. Sviluppare in modo sinestesico le posture progettuali degli insegnanti in formazione | *Supporting the Synesthetic Construction of Design Postures in Initial Teacher Education* 118
Maila Pentucci

Esperienze o Studi

9. Supporti tecnologici sinestetici per l'apprendimento scolastico. Prima *scoping review* | *Synesthetic Technological Supports for School Learning. An Early* Scoping Review 128
Arianna Beri, Laura Sara Agrati

10. Pedagogia Sinestetica e Teoria Olonica di Koestler | *Synesthetic Pedagogy and Koestler's Holonic Theory* 137
Pompilio Cusano

11. Valorizzare le *formae mentis*: il Project-Based Learning come risposta alle sfide della scuola contemporanea | *Valorising* formae mentis*: Project-Based Learning as a response to the challenges of contemporary education* 141
Ludovico Vespasiani, Sergio Miranda, Margherita Coppola

12. Oltre i sensi: come sinestesia e intelligenza artificiale ridefiniscono l'apprendimento neuro-informato | *Beyond the senses: how synesthesia and artificial intelligence are redefining neuro-informed learning* 148
Demetrio Ria

Sinestesia 2 – AZIONI
Metodologie e pratiche didattiche sinestetiche

Ricerche

13. Imparare con i sensi: un esperimento multisensoriale sulla comprensione testuale in età evolutiva | *Learning Through the Senses: A Multisensory Experiment on Text Comprehension in Developmental Age* 160
Anna Maria Mariani, Eugenia Treglia

14. La sinestesia linguistica tra visione teorica e prassi educativa: un approccio intersensoriale che dà vita alla parola | *Linguistic synesthesia between theoretical vision and educational practice: an intersensory approach that gives life to the word* 168
Barca Alessandro, Romeo Francesco Paolo

15. Dal dialogo tra pari al pensiero riflessivo "sinestetico": evidenze sperimentali sull'efficacia del Team-Based Learning nei processi di interiorizzazione cognitiva | *From peer dialogue to "synesthetic" reflective thinking: experimental evidence on the effectiveness of Team-Based Learning in cognitive internalization processes* 180
Angelo Basta, Delio De Martino

16. L'efficacia dei PCTO nello sviluppo delle competenze trasversali: il punto di vista degli studenti | *The Effectiveness of PCTO in Developing Soft Skills: Students' Perspectives* 190
Guido Benvenuto, Alice Femminini, Sara Germani

17. Osservare per insegnare: Analisi dei modelli didattici e competenze progettuali delle future insegnanti | *Observing to teach: Analysis of teaching models and planning skills of future teachers* 199
Barbara Bocchi

18. Le prove adattative per la valutazione della matematica nel primo ciclo – Primi risultati dal progetto europeo AMAT | *Adaptive tests for assessing mathematics in the first cycle – Initial findings from the European AMAT project* 208
Emanuela Botta

19. Immagini di sé attraverso le metafore montessoriane. Una ricerca sinestetica sulla formazione docente 0–6 con l'intelligenza artificiale | *Images of Professional Self through Montessori-Inspired Metaphors. A Synesthetic Approach to Early Childhood Teacher Education (0–6) Using Artificial Intelligence* 217
Maria Ermelinda De Carlo, Maria Donata Bruno, Lia Daniela Sasanelli, Raffaele Di Fuccio

20. Tecnologie digitali e pluriclassi: pratiche in atto e immaginari professionali | *Digital Technologies and Multigrade Classes: Current Practices and Professional Imaginaries* 230
Francesca De Santis, Giuseppina Rita Jose Mangione

21. Dispersione scolastica e formazione dei docenti: prospettive dai focus group del progetto PRIN 2022 E4PED | *School dropout and teacher training: insights from the focus groups of the PRIN 2022 E4PED PROJECT* 242
Valeria Di Martino, Lucia Maniscalco, Marta Pellegrini, Rosa Vegliante

22. Osservare, ascoltare, toccare. Le visite sul campo come risorsa per cogliere gli impatti ampi e trasformativi nei progetti di contrasto alla povertà educativa | *Observing, listening, touching. Field visits as a resource for capturing the broad and transformative impacts of projects addressing educational poverty* 251
Enrico Orizio, Katia Montalbetti, Cristina Lisimberti

23. Embodied cognition e sinestesia nell'apprendimento della seconda lingua: uno studio pilota tra danza classica e innovazione pedagogica | *Embodied cognition and synesthesia in second language acquisition: a pilot inquiry at the intersection of classical ballet and pedagogical innovation* 262
Gabriella Ferrara, Claudia Capaci

24. Dal suono al segno: il Circle Singing come laboratorio sinestetico per l'apprendimento inclusivo della musica e dell'inglese | *From Sound to Sign: Circle Singing as a Synesthetic laboratory for Inclusive Music and English Education* 271
Giuseppe Pantano, Amalia Lavinia Rizzo

25. Profilo, competenze e ben-essere del docente inclusivo. Un'indagine esplorativa nazionale sulle pratiche didattiche e i linguaggi ibridi | *Profile, skills, and well-being of the inclusive teacher. A National Exploratory Survey on teaching practices and hybrid languages* 278
Daniela Gulisano

26. Quando le parole non bastano. Le storie di cambiamento significativo per valutare l'impatto di progetti educativi | *When words are not enough. Impact evaluation and most significant change stories in educational projects* 287
Cristina Lisimberti, Enrico Orizio, Katia Montalbetti

27. Le abilità di lettura tra decodifica e comprensione. La Teoria del riciclaggio neurale | *Reading Skills Between Decoding and Comprehension: Neural Recycling Theory* 296
Carlotta Melchiorre

28. Educational Escape Room e Sinestesia Educativa: una mappatura bibliometrica comparata con modellazione dei topic | *Educational Escape Rooms and Educational Synesthesia: a comparative bibliometric analysis using topic modelling* 309
Francesco Milito, Orlando De Pietro

29. Il docente come agente di cambiamento. Ripensare la formazione nell'ottica del benessere scolastico. Sviluppi di una sperimentazione in corso | *The Teacher as an Agent of Change. Rethinking Teacher Education through the Lens of School Well-Being. Developments from an Ongoing Experimental Study* 321
Gaetano Monaco, Alberto Fornasari, Rosa Minerva

30. Verso un paradigma valutativo per i docenti di secondaria superiore: il progetto "Valutazione descrittiva" | *Towards an assessment paradigm for secondary school teachers: the "Descriptive Assessment" project* 329
Alessandra Natalini, Guido Benvenuto

31. Sinestesia del patrimonio: uno strumento riflessivo per progettare una educazione alla fruizione culturale multisensoriale e situata (*SensiCult*) | *Synesthesia of cultural heritage: a tool for reflection in the design of educational programmes centred on a multisensory and contextualised cultural approach* (SensiCult) 338
Antonella Nuzzaci, Anna Maria Murdaca

32. "I colori" della didattica. Un'indagine esplorativa sulle pratiche didattiche e valutative degli insegnanti nei percorsi abilitanti per la scuola secondaria | *"The Colors" of Teaching. An exploratory investigation of teachers' teaching and assessment practices in secondary school qualification programs* 350
Susanna Piacenza, Maria Luisa Boninelli, Maria Teresa Mignone

33. Alleanze educative e coprogettazione territoriale: un'indagine sul modello Scuole Aperte della città di Bergamo | *Educational alliances and territorial co-design: a survey on the Open School model in Bergamo's city* 360
Ilaria Ravasi, Renata Viganò

34. Ansia scolastica e disgrafia: il corpo come risorsa educativa attraverso un programma di pause attive | *School anxiety and dysgraphia: the body as an educational resource through an active breaks program* 370
Clarissa Sorrentino, Rosa Bellacicco, Maria Moscato, Valeria Di Martino

35. I PCTO come esperienze integrate di orientamento: la voce degli studenti per leggere la pluralità dell'apprendimento | *PCTOs as integrated career guidance experiences: students' perspectives on the diversity of learning* 380
Irene Stanzione, Valentina Pagani, Elisa Truffeli

Esperienze o Studi

36. Riconciliazione delle dimensioni educativo-pedagogica e gestionale-organizzativa alla luce del nuovo Sistema Nazionale di Valutazione dei Dirigenti Scolastici. Questo studio qualitativo ha esaminato dodici dirigenti scolastici in Campania | *Reconciliation of the educational-pedagogical and managerial-organisational dimensions in light of the new National System for the Evaluation of School Leaders. This qualitative study examined twelve school leaders in Campania* 388
Antinea Ambretti, Gianluca Gravino

37. Scardinare la formazione umanista di educatori/educatrici e insegnanti: figurazioni postumane e decoloniali della pratica didattica | *Questioning Humanist Teacher Education: Posthuman and Decolonial Figurations of Practice* 396
Francesca Bracci, Loretta Fabbri, Mario Giampaolo

38. Il diorama come strumento formativo per costruire competenze | *The diorama as a formative tool for competence development* 410
Francesca Buccini

39. Sinestesia e narrazione multiculturale: quali opportunità per l'alfabetizzazione in età prescolare | *Synesthesia and multicultural storytelling: opportunities for literacy in early childhood* 419
Marika Calenda

40. Il corpo come spazio sensoriale nella didattica performativa: un'esperienza di sinestesia tra emozioni e musica attraversando le pratiche teatrali | *The Body as a Sensory Space in Performative Pedagogy: An Experience of Synesthesia Between Emotions and Music Through Theatrical Practices* 427
Nadia Carlomagno, Valeria Vadalá, Arianna Ricciardi

41. Embodied cognition e didattica onlife: un'esperienza formative per il corpo docente tra territorio e tecnologia | *Embodied cognition and onlife teaching: a training experience for teachers between territory and technology* 441
Antonio Cuccaro, Chiara Gentilozzi, Claudia Maulini, Filippo Gomez Paloma

42. Sinestesie poetiche: un laboratorio per lo sviluppo degli alfabeti sensoriali | *Poetic Synesthesias: A Workshop for Developing Sensory Alphabets* 451
Mina De Santis, Lorella Lorenza Bianchi

43. Emotional Coding e ambienti di apprendimento innovativi: coding e robotica per connettere emozioni, pensiero e progettualità | *Emotional Coding and Innovative Learning Environments: Coding and Robotics to Connect Emotions, Thinking, and Design Thinking* 460
Ilaria Fiore, Maria Clara Dicataldo

44. Pantagruel, tra saperi e sapori: un laboratorio di educazione sensoriale e partecipata al cibo e al territorio | *Pantagruel, between knowledge and tastes: a laboratory of sensory and participatory education on food and local context* 474
Eleonora Greco

45. Meme e neuroeducazione: pratiche simboliche per un apprendimento situato e partecipativo nella formazione universitaria | *Memes and neuroeducation: symbolic practices for situated and participatory learning in higher education* 482
Marianna Liparoti, Giuseppe Liverano

46. Pensare, percepire e creare con l'arte: territori invisibili delle neurodiversità | *Thinking, perceiving, and creating with art: invisible territories of neurodiversity* 497
Fabio Orecchio, Carmelo Miceli, Laura Ieni

47. Vie di accesso alla conoscenza: sensorialità, vicarianza e concettualizzazione nei processi di apprendimento | *Pathways to Knowledge: Sensoriality, Vicarious Processes, and Conceptualization in Learning* 506
Marco Piccinno

48. Vedere, raccontare, condividere: la valutazione educativa come esperienza dialogica | *Seeing, Narrating, Sharing: Educational Assessment as a Dialogical Experience* 517
Roberta Scarano, Iolanda Sara Iannotta

49. Oltre l'ibridazione: la sinestesia cognitiva come elemento di valorizzazione della formazione universitaria in ambienti di apprendimento ibridi | *Beyond Hybridization: Cognitive Synesthesia to Enhance Higher Education in Hybrid Learning Environments* 525
Valeria Tamborra

50. La conoscenza della storia attraverso trasposizioni corporee: l'esperienza degli studenti al Sacrario di Bari | *Understanding History Through Physical Transpositions: The Student Experience at the Sanctuary of Bari* 533
Nicola Tenerelli, Antonio Ascione

51. La sinestesia come risorsa educativa: prospettive pedagogiche dell'apprendimento all'aperto | *Synesthesia as an Educational Resource: Pedagogical Perspectives on Outdoor Learning* 541
Maria Tiso, Rosanna Tammaro

52. Pratiche didattiche multisensoriali nella scuola dell'infanzia per superare le disuguaglianze: un approccio sinestetico e interculturale | *Multisensory Teaching Practices in Early Childhood Education to Overcome Inequalities: A Synesthetic and Intercultural Approach* 550
Debora Tringali

53. Formare i docenti alla didattica ludica attraverso il gioco: un'esperienza di formazione in servizio | *Training Teachers for Play-Based Pedagogy: An In-Service Learning Experience* 557
Andrea Tinterri, Maria Clara Dicataldo, Anna Dipace

Sinestesia 3 – INTERAZIONI
Tecnologie e ambienti immersivi per l'apprendimento sensoriale

Ricerche

54. TEACH-AI *(Transformative Educational Approaches for Civic and Human-centered AI)*: una prospettiva di ricerca nei servizi socio-educativi | *TEACH-AI (Transformative Educational Approaches for Civic and Human-centred AI): a research perspective in social and educational services* 567
Matteo Adamoli, Michele Marangi, Paolo Raviolo

55. Sguardi che narrano, esperienze che educano: la Visual Education per un apprendimento significativo e la riscoperta del territorio | *Looks that tell stories, experiences that educate: Visual Education for meaningful learning and rediscovery of the local area* 576
Valentina Berardinetti

56. Apprendere tra reale e virtuale: il museo scolastico come spazio didattico ibrido | *Learning Between the Real and the Virtual: The School Museum as a Hybrid Educational Space* 585
Viviana Carnazzo, Marinella Muscarà

57. La "Pedagogia Sinestetica" di Zerocalcare: analisi delle serie animate come sistemi adattivi per l'apprendimento emancipatorio, tra narrazione visiva, testuale e il valore emotivo del soundtrack di Giancane | *Zerocalcare's "Synesthetic Pedagogy": An analysis of animated series as adaptive systems for emancipatory learning, between visual and textual narration and the emotional value of Giancane's soundtrack* 591
Cristiana D'Aprile, Gabriele Batia, Maria Carolina Zarrilli Affaitati

58. Barriere architettoniche e partecipazione nei contesti montuosi: un'indagine qualitativa a Monte Sant'Angelo | *Architectural barriers and participation in mountainous contexts: a qualitative survey in Monte Sant'Angelo* 600
Francesco Pio Savino, Francesca Finestrone, Andreana Lavanga, Cangelli Francesca

59. Promuovere ambienti accessibili e inclusivi, in grado di valorizzare diverse modalità di percezione, comunicazione e partecipazione, garantendo equità di trattamento e opportunità | *Promote accessible and inclusive environments that foster diverse modes of perception, communication, and participation, ensuring equal treatment and opportunities* 611
Marika Lamacchia, Francesco Facciorusso, Maria Concetta Carruba

60. Realtà Aumentata e Coinvolgimento degli Studenti nell'Apprendimento Digitale: Uno Studio Quantitativo | *Augmented Reality and Student Engagement in Digital Learning: A Quantitative Study* 621
Luna Lembo, Elisabetta Tombolini, Stefania Morsanuto, Francesco Peluso Cassese

61. Sinestesie digitali: la Realtà Virtuale come ponte per l'educazione inclusiva | *Digital synesthesia: Virtual Reality as a bridge for inclusive education* 631
Martina Rossi

62. Lo sviluppo delle competenze digitali nella formazione iniziale dei docenti: un percorso sinestetico per la didattica del futuro | *The development of digital skills in initial teacher training: a synesthetic approach to the teaching of the future* 642
Rosanna Tammaro, Deborah Gragnaniello

63. L'utilizzo della realtà aumentata nella formazione professionale superiore: uno studio di caso | *The use of augmented reality in higher vocational education: a case study* 652
Maria Elena Tassinari

Esperienze o Studi

64. Usabilità e metacognizione nei corsi online: Risultati preliminari da due università europee | *Usability and Metacognition in Online Courses: Preliminary Results from Two European Universities* 658
Maria Vittoria Battaglia, Francesco Maria Melchiori, Francisco Sousa

65. L'intelligenza artificiale come strumento per l'inclusione educativa: uno studio qualitativo e quantitativo sull'uso di Balabolka nelle scuole primarie | *Artificial intelligence as a tool for educational inclusion: a qualitative and quantitative study on the use of Balabolka in primary schools* 667
Davide Di Palma, Giovanna Scala, Fabiola Palmiero, Gianluca Gravino

66. Cognizione incarnata e spazio digitale: un sondaggio scolastico sull'inclusione attraverso la realtà aumentata e virtuale | *Embodied Cognition and Digital Space: A School Survey on Inclusion through Augmented and Virtual Reality* 676
Fabiola Palmiero, Davide Di Palma, Maria Giovanna Tafuri, Giovanna Scala

67. La piattaforma D.A.N.T.E.-U per il faculty development universitario: una proposta sinestesica ispirata all'Universal Design for Learning | *The D.A.N.T.E.-U Platform for University Faculty Development: A Synesthetic Framework Inspired by Universal Design for Learning* 685
Stefania Pinnelli, Andrea Fiorucci, Alessia Bevilacqua, Francesca Baccassino, Ludovica Rizzo

68. Tecnologie sinestetiche e pedagogia della co-evoluzione: IA, inclusione e nuovi ecosistemi dell'apprendimento | *A Co-evolutionary Pedagogy of Synesthetic Technologies: Artificial Intelligence, Inclusion and Learning Ecosystem* 697
Alessia Sozio, Tonia De Giuseppe

69. L'esperienza estetica trasformativa mediata dai robot fai da te: uno studio di caso in una scuola primaria | *Transformative aesthetic experience mediated by DIY robots: a case study in a primary school* 705
Giada Totaro, Alessandro Martinelli, Loredana Perla

70. L'artefatto intelligente, la conoscenza fra raffigurazioni virtuali e rappresentazioni reali: L'Intelligenza Artificiale e l'apprendimento automatizzato | *The intelligent artifact, knowledge between virtual representations and real representations: Artificial Intelligence and machine learning* 717
Angelo Cappello

Sinestesia 4 – INTELLIGENZE
Intelligenza Artificiale, personalizzazione dei percorsi formativi e accessibilità

Ricerche

71. Il robot NAO per lo sviluppo motorio nella prima infanzia: prospettive educative e genitoriali su pratiche inclusive supportate dall'AI | *The NAO Robot for Motor Development in Early Childhood: Educational and Parental Perspectives on AI-Supported Inclusive Practices* 727
Ilenia Amati, Stefania Massaro

72. Un agente conversazionale per guarire le ferite del dolore sociale | *A conversational agent for healing the wounds of social pain* 737
Angelamaria De Feo, Ilenia Amati

73. Intelligenza Artificiale e Modello POE: Progettazione e Valutazione di un Chatbot per l'Università | *Artificial Intelligence and POE Model: Design and Evaluation of a Chatbot for the University* 745
Nicola De Luca, Sergio Miranda, Rossella Luongo

74. Utilizzare Chatbot di intelligenza artificiale per facilitare l'apprendimento universitario | *Using artificial intelligence Chatbot to facilitate learning in higher education* 753
Andrea Garavaglia, Livia Petti

75. Progettazione didattica con l'Intelligenza Artificiale: una prima analisi delle esperienze vissute dai docenti nel progetto GO - *Beyond traditional education* | *Educational planning with Artificial Intelligence: an initial analysis of the experiences of teachers in the GO - Beyond traditional education project* 762
Elena Mantoet, Enrico Miatto

76. Le competenze digitali dei docenti in formazione nell'era dell'intelligenza artificiale | *The digital skills of teachers in training in the era of artificial intelligence* 772
Alessia Notti, Maria Tiso

77. L'influenza dell'Intelligenza Artificiale (IA) sulla creatività e sull'autonomia nella scrittura: un'analisi sperimentale nelle scuole primarie italiane | *The influence of Artificial Intelligence (AI) on creativity and autonomy in writing: An experimental analysis in Italian primary schools* 779
Nicolina Pastena, Antonio Giannone, David Martínez-Maireles

78. Scrivere il proprio cambiamento: potenzialità educative del diario narrativo nel progetto SAFETY | *Writing about one's own change: the educational potential of narrative diaries in the SAFETY project* 787
Loredana Perla, Stefania Massaro, Vincenza Albano, Mariateresa Santacroce

79. L'Intelligenza Artificiale nella didattica medica: personalizzazione, simulazione e nuove prospettive formative | *Artificial Intelligence in medical education: personalization, simulation, and new formative perspectives* 797
R.C. Fabiola Imperatrice, Lucia Melchiorre, Domenico Lorusso, Giusi Antonia Toto

80. AI-scenari per la formazione inclusiva: Metodologie per la progettazione collaborativa con studentesse/i con neurodivergenza | *AI Scenarios for Inclusive Learning: Collaborative Design Methodologies with Neurodivergent Students* 807
Alessandra Romano, Nicolina Bosco

81. Il questionario *PAIR - Participatory AI for Inclusive Relationships*: un contributo per indagare l'integrazione dell'AI nei servizi socio educativi | *The PAIR Questionnaire – Participatory AI for Inclusive Relationships: A Contribution to Investigating the Integration of AI in Socio-Educational Services* 816
Marco Rondonotti, Federica Emanuel

82. Designer di didattica multisensoriale: UDL e IA per un apprendimento sinestetico | *Multisensory Instructional Designer: UDL and AI for Synesthetic Learning* 828
Viviana Vinci, Pierangelo Berardi, Carmela Paladino

83. Intelligenza artificiale e disabilità: la voce degli educatori in formazione | *Artificial intelligence and disability: the voice of educators in training* 838
Silvia Zanazzi, Massimo Marcuccio, Maria Elena Tassinari

84. Narrazioni digitali e intelligenza artificiale: il digital storytelling come dispositivo per la promozione di competenze digitali e metodologiche dei docenti | *Digital Storytelling and Artificial Intelligence: DST as a device for promoting teachers' digital and methodological skills* 844
Elisabetta Lucia De Marco, Maria Concetta Carruba

Esperienze o Studi

85. Spiegabilità dell'IA e alfabetizzazione critica: sviluppo di un avatar conversazionale come mediatore didattico per il Faculty Development | *Explainable AI and Critical Literacy: developing a conversational avatar as an educational mediator for Faculty Development* 854
Annamaria Di Grassi

86. Co-Agentività Uomo–IA per lo Sviluppo di Competenze Critiche in Educazione | *Co-Agency Between Humans and AI for Developing Critical Competencies in Education* 864
Alessandro Ciasullo, Flavia Santoianni

87. Formare alla complessità dell'IA: un'esperienza di innovazione curricolare nella scuola | *Educating for the Complexity of AI: A Curriculum Innovation Experience in Secondary Schools* 874
Martina Dicorato

88. Analisi delle interazioni tra studenti e IA generativa in un percorso di apprendimento personalizzato: uno studio di caso presso Parco della Gratitudine | *Analysis of the interactions between students and generative AI in a personalized learning path: a case study at Parco della Gratitudine* 885
Federica Illuzzi

89. Futuri pedagogisti, comunità di pratica e IA: un percorso laboratoriale per costruire un piano di valutazione tra innovazione e consapevolezza | *Future pedagogists, communities of practice and AI: a workshop-based path to develop an assessment plan between innovation and awareness* 896
Leonarda Longo, Elif Gulbay, Dorotea Rita Di Carlo, Martina Bruno

90. Misurare per educare: valutazione della scrittura e intelligenza artificiale nella scuola primaria | *Measuring to Educate: Writing Assessment and Artificial Intelligence in Primary Education* 906
Giulio Lucentini

91. Governare l'IA in educazione: riflessioni critiche su etica, trasparenza e impatto sociale | *Governing AI in education: critical reflections on ethics, transparency and social impact* 915
Michele Martulli

92. PRIN AcOnHE. L'Intelligenza Artificiale Generativa a supporto della valutazione formativa online: un framework sperimentale in ambito universitario | *PRIN AcOnHE. Generative Artificial Intelligence supporting online formative assessment: an experimental framework in higher education* 924
Paolo Raviolo, Federica Emanuel, Matteo Adamoli, Marco Rondonotti

93. Tra Uomo e IA: storytelling e digital storytelling tra creatività umana e Intelligenza artificiale | *Between Man and AI: storytelling and digital storytelling between human creativity and artificial intelligence* 933
Maria Sammarro, Silvestro Malara

94. Dare forma ai ricordi: un percorso tra autobiografia formativa e Intelligenza Artificiale | *Shaping memories: a pathway between educational autobiography and Artificial Intelligence* 941
Francesco Pio Sarcina, Anna Maria Cuzzi, Michele Baldassarre

95. Assistente vocale come tecnologia relazionale per l'inclusione delle fragilità in ambito scolastico | *Voice Assistant as a Relational Technology for the Inclusion of Vulnerabilities in School Contexts* 952
Lucrezia Silvestri

96. PEI Navigator: un supporto 'intelligente' per la progettazione del Piano Educativo Individualizzato | *PEI Navigator: a 'intelligent' tool to design an Individualized Educational Plan* 961
Marilena di Padova, Anna Dipace

Sinestesia 5 – ECOLOGIE
Corpo, ambiente e apprendimento situato

Ricerche

97. Ecologie educative della sostenibilità nella scuola primaria: il caso italiano in TIMSS 2023 | *Educational ecologies of sustainability in primary school: the Italian case in TIMSS 2023* 971
Giada Viotti, Sara Gabrielli, Cinzia Angelini

98. Il Registro Elettronico come vincolo socio-materiale della valutazione formativa: percezioni e pratiche dei docenti nella scuola primaria | *The Electronic Register as a Socio-Material Constraint on Formative Assessment: Teachers' Perceptions and Practices in Elementary Schools* 982
Laura Parigi, Maria Elisabetta Cigognini

99. La conoscenza nasce dal corpo: la Jineolojî come epistemologia incarnata e intersezionale per il secolo delle donne | *Knowledge grows from the body: Jineolojî as an embodied and intersectional epistemology for the century of Women* 993
Maria Luisa Mastrogiovanni

100. Sviluppo di green skills negli studenti del primo anno di Scienze dell'Educazione e Formazione: analisi dell'impatto di pratiche embodied su agency e soft skills | *Developing green skills for first year university students in educational science: analysing the effect of embodied practices on agency & soft skills* 997
Emiliane Rubat du Merac, Astrid Favella

101. Educare alla creatività attraverso i sensi: uno studio esplorativo con i docenti della Capitanata | *Educating creativity through the senses: an exploratory study with teachers from Capitanata* 1004
Guendalina Peconio

Esperienze o Studi

102. La valutazione, un processo formativo e sinestetico: pratiche di autovalutazione e feedback per l'empowerment dello studente universitario | **Iolanda Sara Iannotta, Concetta Ferrantino** 1013

103. Corpi in ascolto: la pedagogia clinica come via educativa tra scuola e formazione | *Bodies in Listening: Clinical Pedagogy as an Educational Pathway Between School and Teacher Training* **Angela Ruotolo** 1021

104. Il corpo e la natura: un'esperienza di apprendimento | *The body and nature: a learning experience* **Francesco Del Sorbo** 1030

Sinestesia 6 – CONNESSIONI
Inclusione, pluralità e sfide educative del XXI secolo

Ricerche

105. Sinestesia e la valutazione formativa/formante: verso un nuovo paradigma educativo inclusivo. Un'indagine esplorativa con i docenti specializzati TFA sostegno di Catania | *Synesthesia and formative/formative assessment: towards a new inclusive educational paradigm.* An exploratory survey with specialised TFA support teachers in Catania. **Paolina Mulè, Maria Luisa Boninelli, Roberto Trinchero, Susanna Piacenza** 1043

106. Prospettive sinestesiche per una didattica universitaria inclusiva: bisogni formativi degli studenti *non traditional* e percezione dell'applicazione dei principi UDL | *Synaesthetic Perspectives for Inclusive University Teaching. Training Needs of Non-Traditional Students and Perceptions of the Application of UDL Principles* **Andrea Fiorucci, Stefania Pinnelli, Alessia Bevilacqua, Elena Abbate** 1053

107. Verso un orientamento inclusivo. Sguardi e bisogni dei futuri docenti di sostegno | *Towards inclusive guidance. Perspectives and needs of future support teachers* **Sara Germani, Maria Rosaria Re, Mirca Montanari** 1063

108. L'Educare tra Privazione e Possibilità: Il ruolo del Teatro nell'Osservazione e nel Trattamento Penitenziario Minorile | *Educating Between Confinement and Potential: The Role of Theatre in Observation and Treatment within Juvenile Justice* **Rossella Luongo, Rosa Vegliante, Antonio Marzano** 1072

109. Musica e narrazione per la gestione dei comportamenti problema nella scuola primaria: un modello didattico multisensoriale "sinestetico" | *Music and Storytelling to Address Challenging Behaviors in Primary School: A Multisensory "Synesthetic" Didactic Model* **Corrado Muscarà,Valentina Perciavalle** 1081

110. Preferenze sensoriali: le aule multisensoriali come spazi di ricerca | *Sensory Preferences: Multisensory Learning Environments as Research Settings* **Marianna Piccioli** 1089

111. Il ruolo dell'immagine per la valutazione della competenza globale | *The Role of Images in Assessing Global Competence* **Paola Ricchiardi, Emanuela M. Torre** 1098

112. Prospettive olistiche e sinergiche per la cura e l'inclusione educativa dei minori con doppia fragilità: un percorso di ricerca in Sicilia | *Holistic and synergistic perspectives for the care and educational inclusion of minors with dual vulnerability: a research pathway in Sicily* **Alessandro Romano, Antonio Giannone, Marinella Muscarà** 1110

113. Potenziare le capacità sinestetiche per contrastare la povertà educativa e promuovere la coesione sociale nelle comunità emarginate: il caso del gioco urbano «Idrusa» nell'ambito dell'intervento di educazione digitale integrata nel Salento meridionale | *Empowering Synesthetic Abilities for Tackling Educational Poverty and Fostering Social Cohesion in Marginalized Communities: the Case of "Idrusa" Urban Game among the Integrated Digital Education intervention in Southern Salento* 1118
Corrado Russo

114. Un nuovo paradigma educativo del XXI secolo tra processi, ricerche, pratiche e policy-making in campo educativo e formativo | *A New Educational Paradigm for the 21st Century: Processes, Research, Practices, and Policy-Making in Education and Training* 1127
Riccardo Sebastiani, Sara Pellegrini

115. Serious Games e migrazione: una scoping review sull'impiego del gioco come strumento educativo e di supporto nei contesti migratori | *Serious Games and migration: a scoping review on the use of games as educational and support tools in migration contexts* 1136
Antonino Tarantino, Francesco Antonio Santangelo, Giusi Antonia Toto

116. Processi, ricerche e pratiche di didattica universitaria nella prospettiva dell'Evidence Based Education: una scoping review | *Processes, research, and practices in university teaching from the perspective of Evidence Based Education: a scoping review* 1147
Marianna Traversetti, Arianna Monniello

Esperienze o Studi

117. L'utilizzo delle nuove tecnologie della comunicazione come strategia di coinvolgimento dei NEET | *The use of new communication technologies as a strategy to engage NEET* 1154
Margherita Coppola, Ludovico Vespasiani, Nicola De Luca, Antonio Marzano

118. Orientamento e sincronia: la relazione educativa sinestetica tra apprendimento, mente ed emozioni | *Orientation and Synchrony: The Synesthetic Educational Relationship Between Learning, Mind, and Emotions* 1163
Giombattista Amenta

119. Una formazione sull'Educazione alle Sessualità: L'esperienza dell'Open Badge EduSex Sapienza | *A training program on Sexualities Education: The experience of the EduSex Sapienza Open Badge* 1172
Valeria Bruno, Emiliane Rubat du Mérac

120. Strategie dialogiche e inclusione scolastica: una Scoping Review sulla formazione degli insegnanti alla discussione didattica | *Dialogical Strategies and School Inclusion: A Scoping Review on Teacher Education for Teaching Discussion* 1179
Beatrice Carbè, Giordana Szpunar, Patrizia Sposetti

121. La valutazione come processo epistemico tra distorsioni del giudizio ed equità educativa nel rischio di esclusione scolastica | *Assessment as an epistemic process between judgment distortions and educational equity under the risk of school dropout* 1187
Matteo Conte, Ines Tedesco

122. Universal Design for Learning come pratica di sinestesia educativa: connessioni per una valutazione inclusiva in università | *Universal Design for Learning as a practice of Educational Synesthesia: connections for Inclusive Assessment in Higher Education* 1195
Marta De Angelis

123. *Minecraft* come spazio sinestetico e narrativo: riflessioni esplorative | Minecraft *as a Synesthetic and Narrative Space: exploratory reflections* 1204
Francesca De Vitis

124. L'apporto dell'intelligenza artificiale nel supporto agli studenti con Bisogni Educativi Speciali (BES) | *The contribution of artificial intelligence in supporting students with special educational needs (SEN)* 1211
Filippo G. Dettori

125. Sviluppare pratiche inclusive: una Scoping Review sul metodo di studio e i DSA | *Developing inclusive practices: a Scoping Review on the study method and SLD* 1219
Claudia Dirodi, Marianna Valente, Irene Stanzione, Marianna Traversetti

126. Sinestesia e narrazione per una didattica inclusiva: l'esplorazione multisensoriale dei silent books e dei libri tattili illustrati | *Synaesthesia and storytelling for inclusive teaching: the multisensory exploration of silent books and illustrated tactile books* 1228
Alessandro Ferrai

127. Narrazioni "altre": un progetto di educazione interculturale e relazionale nella scuola primaria | *"Other" narratives: an intercultural and relational education project in primary school* 1235
Rossana Pia Laccone, Silvia Artusi, Alessandro Frolli

128. Narr-Azioni sinestetiche. Dalla biografia storica alle *Digital Humanities:* intrecci educativi per il XXI secolo | *Synesthetic Narr-Actions: From Historical Biography to Digital Humanities: Educational Interweavings for the 21st Century* 1243
Arturo Puoti, Sara Gemma, Marta Raffone

129. Verso un curricolo digitale inclusivo e sinestetico: il contributo dell'intelligenza artificiale per l'attuazione del DigComp 2.2 | *Towards an inclusive and synesthetic digital curriculum: the contribution of artificial intelligence to the implementation of DigComp 2.2* 1252
Giulia Ranieri, Rossana Campanale

130. Apprendimento esperienziale e inclusione sociale nei musei tattili: il caso del Museo Omero | *Experiential learning and social inclusion in tactile museums: the case of the Omero Museum* 1260
Maria Sacco, Michele Baldassarre

131. Il metodo di studio nella scuola secondaria di primo grado: una *scoping review* sulle strategie inclusive per studenti e studentesse con ADHD | *Study Methods in Lower Secondary School: a scoping review of inclusive strategies for students with ADHD* 1270
Marianna Valente, Claudia Dirodi, Amalia Lavinia Rizzo

132. Museo Diffuso Bicocca: spazio di connessione, esplorazione, confronto e conoscenza | *Bicocca Diffused Museum: a space for connection, exploration, discussion and knowledge* 1278
Franca Zuccoli

63. Ricerche

L'utilizzo della realtà aumentata nella formazione professionale superiore: uno studio di caso

The use of augmented reality in higher vocational education: a case study

Maria Elena Tassinari, *Alma Mater Studiorum, Università di Bologna*

Abstract

La crescente diffusione della realtà aumentata nei contesti produttivi richiede nuove competenze operative e cognitive, soprattutto nei percorsi di formazione professionale superiore. L'uso efficace di questa tecnologia implica infatti la capacità di integrare simultaneamente informazioni corporee, percettive e digitali. In questo contributo viene presentato un approfondimento di una ricerca empirica più ampia, con particolare attenzione a uno studio di caso volto a esplorare le difficoltà emerse nell'impiego della realtà aumentata durante compiti riguardanti la meccanica. La ricerca principale adotta un disegno quasi sperimentale che coinvolge 12 studenti, suddivisi in un gruppo di controllo e un gruppo sperimentale. L'approfondimento analizza il comportamento anomalo di uno studente del gruppo sperimentale, caratterizzato da tempi di esecuzione significativamente più lunghi e da difficoltà nell'integrazione dei flussi informativi. La raccolta dei dati include videoregistrazioni e interviste semistrutturate. I risultati preliminari indicano difficoltà nell'allineamento tra percezione, azione e informazioni aumentate, suggerendo una compromissione della sinestesia funzionale. Tali evidenze offrono spunti rilevanti per la progettazione di percorsi formativi che supportino l'integrazione cognitivo-sensoriale negli ambienti di apprendimento aumentati.

The increasing diffusion of augmented reality in industrial production settings requires new operational and cognitive competencies, particularly within higher vocational education pathways. Effective use of this technology entails the ability to simultaneously integrate bodily, perceptual, and digital information. This contribution presents an in-depth analysis derived from a broader empirical study, with specific attention to a case study aimed at exploring the difficulties encountered when using augmented reality during mechanical tasks. The main study adopts a quasi-experimental design involving 12 students, divided into a control group and an experimental group. The in-depth analysis examines the anomalous behavior of one student in the experimental group, characterized by significantly longer task execution times and difficulties in integrating multiple information flows. Data collection includes questionnaires, video recordings, and semi-structured interviews. Preliminary findings indicate challenges in aligning perception, action, and augmented information, suggesting a disruption of functional synesthesia. These insights offer relevant implications for designing training pathways that support cognitive-sensory integration in augmented learning environments.

Parole chiave: realtà aumentata, formazione professionale superiore, studio di caso.
Keywords: augmented reality, higher vocational education, case study.

Introduzione

La crescente diffusione della realtà aumentata, in lingua anglofona augmented reality (AR), nei contesti produttivi industriali sta modificando in profondità i processi di lavoro e, di conseguenza, le competenze richieste ai futuri professionisti. L'AR, sovrapponendo informazioni digitali all'ambiente fisico, consente di trasformare compiti complessi come il montaggio meccanico, la manutenzione e l'ispezione tecnica (Marino et al., 2021), facilitando l'accesso a istruzioni contestualizzate e riducendo l'incertezza operativa (Lee, 2012). Tuttavia, l'uso efficace dell'AR richiede la capacità di combinare differenti flussi informativi – sensoriali, corporei e digitali – in un unico schema d'azione coerente. L'introduzione della realtà aumentata nei contesti formativi può essere letta alla luce della prospettiva della cognizione estesa, secondo cui i processi cognitivi non sono confinati all'individuo, ma si distribuiscono tra corpo, ambiente e artefatti tecnologici (Clark, 2008). In questo senso, l'AR non si configura come un semplice supporto informativo, ma come una componente attiva del sistema cognitivo dell'operatore, contribuendo a ridefinire le modalità di integrazione tra percezione, azione e conoscenza procedurale. Questa esigenza formativa diventa ancora più stringente negli Istituti Tecnici Superiori (ITS), che preparano tecnici destinati a interagire quotidianamente con sistemi di produzione avanzati. Per comprendere appieno le implicazioni cognitive dell'AR nei contesti formativi è utile richiamare la prospettiva della embodied cognition, secondo cui la cognizione è intrinsecamente radicata nei processi percettivo-motori del corpo (Varela et al., 1992). Nelle attività tecnico-operative l'apprendimento e l'azione sono guidati da una costante integrazione multisensoriale: l'operatore interpreta ciò che vede, sente e manipola in un flusso dinamico che sostiene la comprensione situata (Gomez Paloma et al., 2016). L'AR modifica tale equilibrio introducendo un ulteriore livello informativo che estende la percezione dell'utente attraverso un supporto digitale esterno, configurando una forma di extended cognition nella quale la cognizione è distribuita tra individuo e tecnologia (Paelke, 2014). L'operatore non agisce più soltanto attraverso i propri sensi, ma attraverso un sistema ibrido che integra percezioni naturali e input digitali. La letteratura mostra che l'AR può facilitare l'apprendimento procedurale (Liu et al., 2023), ma evidenzia anche possibili criticità legate al carico cognitivo (Sweller, 1988), alla gestione dell'attenzione e alla perdita della visione d'insieme (Akçayır & Akçayır, 2017) (Eder et al., 2020). Non tutti gli utenti riescono a sviluppare spontaneamente l'integrazione multimodale richiesta. Da ciò deriva l'interesse per esplorare empiricamente come si manifestino eventuali difficoltà nell'uso dell'AR e quali processi cognitivi ne siano alla base.

Il presente contributo introduce inoltre un altro elemento concettuale: la sinestesia funzionale. Tradizionalmente, la sinestesia indica fenomeni percettivi neurologici in cui stimoli appartenenti a un senso attivano automaticamente percezioni di un altro senso (Simner et al., 2013). Nel presente contributo il termine sinestesia funzionale non viene utilizzato nel senso neurologico tradizionale, ma come concetto euristico di natura pedagogica, volto a descrivere la capacità, sviluppata progressivamente attraverso l'esperienza, di integrare in modo coordinato segnali percettivi, corporei, cognitivi e informativi all'interno di un'azione situata. In questa prospettiva, l'integrazione tra percezione e azione assume un ruolo centrale nei processi di apprendimento situato e può essere letta anche attraverso i principi della multimedia learning theory, che sottolinea l'importanza di una corretta integrazione tra canali informativi visivi e cognitivi (Mayer, 2009). Come evidenziato da Noë (2004), la percezione non può essere intesa come una mera ricezione passiva di stimoli, ma come un'attività strettamente intrecciata all'azione e alle possibilità operative del soggetto. L'introduzione della realtà aumentata nei contesti formativi modifica in modo significativo l'equilibrio percettivo e cognitivo dell'agire tecnico, richiedendo agli studenti di coordinare simultaneamente informazioni provenienti dalla realtà empirica e da quella aumentata. Tale integrazione non avviene necessariamente in modo spon-

taneo e può risultare problematica, in particolare in soggetti con limitata esperienza pregressa in ambienti tecnologicamente complessi.

Nello specifico, come sarà chiarito nel paragrafo successivo, il presente contributo si focalizza su un approfondimento circoscritto di una ricerca empirica più ampia.

Metodo

La ricerca presentata si colloca all'interno di uno studio empirico più ampio, condotto nel 2024 in un contesto di formazione professionale superiore, finalizzato a esplorare l'introduzione della realtà aumentata in attività tecnico-operative. Lo studio ha adottato un disegno quasi sperimentale e ha previsto lo svolgimento di un compito di montaggio e smontaggio su un macchinario industriale, eseguito secondo una procedura standardizzata. I partecipanti sono stati suddivisi in due condizioni sperimentali: una modalità tradizionale, basata su istruzioni operative cartacee, e una modalità mediata da realtà aumentata, nella quale le indicazioni procedurali erano fornite tramite visore. L'obiettivo generale della ricerca era indagare come preparare studenti e futuri professionisti ad ambienti formativi e lavorativi in cui la realtà aumentata costituisce una componente strutturale dei processi operativi.

Nel corso dello svolgimento delle attività previste nella ricerca principale è emerso un caso caratterizzato da modalità operative significativamente differenti rispetto a quelle osservate negli altri partecipanti del gruppo sperimentale, in particolare per quanto riguarda la durata complessiva del compito e la gestione dell'azione. Tali differenze, pur all'interno di un campione numericamente limitato, hanno reso il caso analiticamente rilevante, in quanto potenzialmente informativo rispetto alle difficoltà di integrazione cognitivo-sensoriale richieste dall'interazione con ambienti di realtà aumentata. Alla luce di queste evidenze, è stato condotto uno studio di caso strumentale (Stake, 1978; Yin, 2005), finalizzato non alla generalizzazione statistica, ma all'approfondimento interpretativo di un fenomeno complesso. Lo studente coinvolto, maschio di 21 anni, è iscritto a un corso ITS in ambito informatico e non possiede esperienze pregresse né con la realtà aumentata né con la realtà virtuale. L'analisi del caso è stata condotta assumendo come riferimento il concetto di sinestesia funzionale, reinterpretato in chiave pedagogica come il processo dinamico attraverso cui un soggetto integra segnali visivi, tattili, uditivi e digitali in un'unica rappresentazione operativa orientata all'azione. Tale processo è considerato centrale per un uso efficace della realtà aumentata, in quanto consente di coordinare corpo, percezioni e informazioni aumentate evitando scissioni operative e sovraccarichi cognitivi.

La domanda di ricerca che ha guidato lo studio di caso è stata: *quali fattori possono aver contribuito al comportamento operativo osservato nello studente?* Più specificamente, l'obiettivo è stato indagare in che modo elementi cognitivi, percettivi e sensoriali possano aver facilitato o ostacolato la costruzione di una sinestesia funzionale durante l'esecuzione del compito in realtà aumentata, contribuendo a una durata significativamente superiore rispetto agli altri partecipanti.

La raccolta dei dati ha previsto l'integrazione di diversi strumenti metodologici. In una fase preliminare, è stato somministrato un questionario volto a rilevare il livello di familiarità dei partecipanti con la tecnologia di realtà aumentata e le eventuali esperienze pregresse nell'utilizzo di macchinari industriali. Il questionario era articolato in tre sezioni. La prima sezione raccoglieva informazioni socio-anagrafiche dei partecipanti, quali nome e cognome, età e percorso ITS frequentato. La seconda sezione era finalizzata a indagare la conoscenza della tecnologia AR: inizialmente veniva posta una domanda generale sull'eventuale familiarità con il concetto di realtà aumentata, seguita da quesiti più specifici volti a esplorare la definizione attribuita dai partecipanti all'AR, l'eventuale utilizzo pregresso, la frequenza d'uso, nonché i contesti e le modalità di impiego. La terza sezione era invece dedicata alla rilevazione delle conoscenze pregresse relative

ai macchinari utilizzati durante l'attività, indagando se i partecipanti avessero già avuto esperienze dirette, e in caso affermativo, la frequenza e i contesti di utilizzo. Il questionario è stato somministrato in formato digitale, mediante un link che consentiva ai partecipanti di accedere e compilare autonomamente lo strumento utilizzando il proprio dispositivo.

Durante lo svolgimento delle attività sono state effettuate videoregistrazioni e audioregistrazioni, mentre al termine dell'esperienza sono state condotte interviste semistrutturate (Zammuner, 1998). Le registrazioni audio-video sono state realizzate mediante l'impiego di action camera posizionate all'interno dell'ambiente di lavoro, in prossimità dei macchinari utilizzati dai partecipanti. La scelta di tale strumentazione è stata motivata dalla necessità di minimizzare l'invasività del dispositivo e di non interferire con lo svolgimento delle attività, garantendo al contempo un'ampia copertura visiva. Ciò ha consentito di ottenere una documentazione completa dell'ambiente, riducendo la presenza di angoli ciechi e permettendo un'analisi dettagliata dell'esperienza da molteplici prospettive. Per raccogliere i dati è stata impiegata anche l'intervista, per la quale si è adottato un approccio semistrutturato, in quanto tale modalità consente di combinare una griglia predefinita di domande con la flessibilità necessaria a esplorare in profondità le percezioni soggettive dei partecipanti. Le domande hanno riguardato: le impressioni generali sull'esperienza con la realtà aumentata; la valutazione della fase iniziale di presentazione, spiegazione e delle istruzioni fornite; le strategie adottate durante l'interazione con i macchinari; eventuali esperienze pregresse con dispositivi AR o VR, anche in ambito ludico; suggerimenti per il miglioramento del visore; possibili applicazioni della realtà aumentata in contesti formativi, con particolare riferimento all'integrazione in moduli didattici.

L'analisi dei dati ha previsto l'impiego di procedure di tipo quali-quantitativo. I dati quantitativi derivanti dai questionari sono stati analizzati mediante statistiche monovariate e bivariate, mentre i materiali qualitativi (video e interviste trascritte verbatim) sono stati analizzati attraverso un'analisi tematica del contenuto (Braun & Clarke, 2021), combinando categorie deduttive derivate dal quadro teorico di riferimento con categorie emergenti dai dati empirici, mediante il supporto del software di analisi qualitativa MaxQDA (Kuckartz & Rädiker, 2019).

Risultati

I risultati presentati riguardano esclusivamente l'oggetto specifico di questo contributo, ovvero lo studio di caso, e vengono illustrati sulla base degli strumenti di raccolta dei dati utilizzati.

L'analisi dei video mette in evidenza tre elementi chiave che delineano un quadro di difficoltà profonde nella gestione del compito. Il primo è *l'inattività prolungata dello studente*, che rimane fermo per intervalli estesi, limitandosi a osservare le istruzioni nel visore senza trasferire immediatamente le informazioni nell'azione. Tale comportamento interrompe la ciclicità percezione–azione tipica dell'agire esperto, producendo una separazione artificiale tra il momento della comprensione e quello dell'intervento. Il secondo elemento riguarda la *disorganizzazione nella disposizione dei componenti*: mentre gli altri studenti collocano sistematicamente i pezzi secondo una logica procedurale e spaziale, il soggetto in questione li posiziona in modo irregolare e non funzionale. Questo aspetto suggerisce l'assenza di una rappresentazione coerente del compito e, più in generale, una difficoltà nel costruire un'unità percettiva integrata, fondamentale per lo sviluppo della sinestesia funzionale. Il terzo elemento osservato è il *rifiuto dell'aiuto del tutor*, anche in situazioni chiaramente problematiche. Tale atteggiamento può essere interpretato come un segno di sovraccarico cognitivo: lo studente appare impegnato nel tentativo di gestire autonomamente un flusso informativo che non riesce a integrare, mostrando quindi difficoltà nell'attivare risorse esterne.

L'analisi dell'intervista semistrutturata, della durata di circa 30 minuti e trascritta *verbatim*,

restituisce un quadro soggettivo coerente con le evidenze del video. Lo studente riferisce *difficoltà nella visione tridimensionale*, percepita come poco nitida, e nella *visione d'insieme* del macchinario, sostituita da un'attenzione eccessivamente focalizzata su singoli particolari. Questa frammentazione percettiva compromette la costruzione di una rappresentazione operativa unitaria. Un'ulteriore criticità riguarda il *disallineamento tra le diverse fonti informative* consultate: particolarmente rilevante è il riferimento a un conflitto informativo tra un valore numerico mostrato nel visore e quello osservato nella realtà fisica, discrepanza che genera incertezza e interruzioni nel flusso d'azione. Infine, lo studente descrive esplicitamente la strategia adottata, "guardare tutto il video prima di operare", rivelando che percezione e azione vengono vissute come fasi distinte, anziché come processi simultanei e integrati.

Conclusioni

Il presente studio mostra che l'uso della AR nella formazione professionale richiede lo sviluppo di una competenza complessa, definita come sinestesia funzionale, che integra aspetti corporei, percettivi, cognitivi e metacognitivi. Il caso analizzato evidenzia come il fallimento di tale integrazione possa determinare incertezza, esitazione, frammentazione e inefficacia operativa. La tecnologia, in assenza di un adeguato supporto formativo, rischia dunque di amplificare le difficoltà invece di facilitarne la risoluzione. In questa prospettiva, diventa centrale interrogarsi su come progettare percorsi formativi efficaci per l'apprendimento di processi produttivi mediati da AR: diverse sono le indicazioni possibili. Una prima area riguarda la valutazione e personalizzazione della formazione, che implica considerare le competenze pregresse degli studenti, il loro livello di familiarità con ambienti tecnologici complessi e il grado di insicurezza percepita nell'agire. Una seconda area riguarda la progettazione del contenuto formativo, che deve garantire l'affidabilità delle informazioni fornite dalla tecnologia e la possibilità per il soggetto di mantenere una visione d'insieme del compito, evitando frammentazioni percettive. Infine, la metodologia di erogazione della formazione deve valorizzare il fare come dimensione centrale dell'apprendimento situato, promuovendo un'integrazione costante tra teoria e pratica e sostenendo la costruzione progressiva della sinestesia funzionale. Le implicazioni pedagogiche suggeriscono quindi la necessità di ripensare la formazione con AR all'interno di un approccio multimodale che accompagni gli studenti nello sviluppo di competenze percettive e metacognitive adeguate.

Riferimenti bibliografici

Akcayir, M., & Akcayir, G. (2017). Advantages and Challenges Associated with Augmented Reality for Education: A Systematic Review of the Literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11.

Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic analysis: A practical guide*. Sage.

Clark, A. (2008). *Supersizing the mind: Embodiment, action, and cognitive extension*. Oxford University Press.

Eder, M. J., Hulla, M. U., Mast, F., & Ramsauer, C. (2020). On the application of augmented reality in a learning factory working environment. *Procedia Manufacturing*, 45, 7–12.

Gomez Paloma, F., Ascione, A., & Tafuri, D. (2016). Embodied cognition: Il ruolo del corpo nella didattica. *Formazione & Insegnamento*, 14, 75–87.

Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2019). *Analyzing Qualitative Data with MAXQDA Text, Audio, and Video*. Springer.

Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), 13–21.

Liu, Y., Zhan, Q., & Zhao, W. (2023). A systematic review of VR/AR applications in vocational education: Models, affects, and performances. *Interactive Learning Environments*.
Marino, E., Barbieri, L., Colacino, B., Fleri, A. K., & Bruno, F. (2021). An augmented reality inspection tool to support workers in Industry 4.0 environments. *Computers in Industry*, 127.
Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning (2nd ed.).* Cambridge University Press.
Noë, A. (2004). *Action in perception*. MIT Press.
Paelke, V. (2014). Augmented reality in the smart factory: Supporting workers in an Industry 4.0 environment. In *Proceedings of the IEEE ETFA* (pp. 1–4).
Simner, J., & Hubbard, E. M. (Eds.). (2013). *The Oxford handbook of synesthesia.* Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199603329.001.0001
Stake, R. (1978). The case study method in social inquiry. *Educational Researcher*, 7(2), 5–8.
Sweller, J. (1988), Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
Varela, F. J., Rosch, E., & Thompson, E. (1992). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. MIT Press.
Yin, R. K. (2005). *Lo studio di caso nella ricerca scientifica*. Armando.
Zammuner, V. L. (1998). *Tecniche dell'intervista e del questionario*. Il Mulino.