

## **Tecnologie di IA per la formazione dottorale. Indagine sulle percezioni dei dottorandi sul metaverso**

### **AI Technologies for Doctoral Training. Investigating Doctoral Students' Perceptions of the Metaverse**

LAURA SARA AGRATI

*Ricerche e documenti di policy internazionali concordano sulla necessità di riformare la formazione dottorale per consentire ai futuri ricercatori di soddisfare le aspettative della società sempre più aperte all'innovazione scientifica e tecnologica. Le tecnologie di IA possono supportare le specifiche competenze di indagine come anche abilità più trasversali, in grado di rendere il lavoro dottorale più attrattivo per il mercato del lavoro. Viene presentata un'indagine sulle percezioni di utilità del metaverso che ha coinvolto 40 dottorandi del I anno del corso di dottorato di interesse nazionale 'Equity, Diversity and Inclusion'. Dall'analisi emergono, in generale, atteggiamenti di apertura nei confronti del metaverso e consapevolezza su sfide e rischi implicati; emergono soprattutto la percezione di utilità associata ai ruoli di tutoring intelligente offerti dal metaverso e il bisogno di un supporto 'alla pari', di accompagnamento. I risultati dello offrono spunti di riflessione riguardo la valenza formativa degli ambienti immersivi di intelligenza artificiale anche per la formazione dottorale, soprattutto in merito alle potenzialità dei ruoli di tutoring intelligente 'tutor' e 'peer'.*

**PAROLE CHIAVE:** METAVERSO; FORMAZIONE DOTTORALE; NOT-PLAYING-CHARACTERS; TUTORING.

*International research and policy documents agree on the need to reform doctoral training to allow future researchers to meet the expectations of a society that is increasingly open to scientific and technological innovation. AI technologies can support specific investigative as well as more transversal skills, capable of making doctoral work more attractive for the job market. An investigation on the perceptions of usefulness of the metaverse, involving 40 first year PhD students of the 'Equity, Diversity and Inclusion' doctoral course, is presented. Attitudes of openness towards the metaverse and awareness of the challenges and risks involved emerge from the analysis, in general. What emerges above all is the perception of usefulness associated with the intelligent tutoring roles offered by the metaverse and the need for 'equal', accompanying support. The results of the study are offered as food for thought regarding the educational value of immersive artificial intelligence environments also for doctoral training, especially regarding the potential of the 'tutor' and 'peer' intelligent tutoring roles.*

**KEYWORDS:** METAVERSO; PHD EDUCATION; NOT-PLAYING-CHARACTERS; TUTORING.

## Trend odierni nella formazione dottorale

La formazione dottorale è il livello di istruzione formale più avanzato nonché porta di accesso al luogo formalmente deputato all'avanzamento del sapere e alla trasmissione di questo alle generazioni successive di studiosi (Nerat et al., 2022; Notti, Giovannini, Moretti, 2017). I percorsi di formazione dottorale provvedono alla preparazione delle nuove generazioni di studiosi che, in potenza, assumeranno autorevolmente diversi impegni sociali e che porteranno avanti programmi di ricerca capaci di rispondere proattivamente ai principali problemi sociali (Chiappa et al., 2022).

Gli studi sulla formazione dottorale hanno permesso negli anni di individuare principi utili all'elaborazione di percorsi di formazione alla carriera di ricercatore accademico – ricerca di eccellenza, interdisciplinare e internazionale; attrattività dell'istituzione e qualità dei processi; connessione con l'industria e con settori lavorativi rilevanti e formazione sulle competenze trasferibili (European Commission, 2011; Hasgal et al. 2019; Edlund et al., 2023). Hanno anche contribuito alla ridefinizione dei profili per livelli progressivi (European Commission, 2023).

Al termine del percorso dottorale ai dottorandi è chiesto il possesso di «competenze avanzate e specializzate, inclusa la capacità di sintesi e valutazione, per risolvere problemi critici nella ricerca e nell'innovazione» nonché di dimostrare

sostanziale autorità, innovazione, autonomia, integrità accademica e professionale e impegno costante nello sviluppo di nuove idee o processi in prima linea nei contesti di lavoro o di studio, inclusa la ricerca (European Commission, 2023, 1).

Anche i programmi di formazione dottorale sono stati integrati in modelli assicurazione della qualità che riconoscono elementi essenziali come aspettative chiaramente espresse, processi di controllo trasparenti, misurazioni documentate e canali efficaci per il feedback e il miglioramento (LERU, 2016; DM 226/2021; DM 1154/2021; Edlund et al., 2023).

Un recente editoriale di Nature (Aa.Vv., 2023) sottolinea la necessità che la formazione dottorale venga riformata per consentire ai giovani ricercatori di soddisfare le aspettative della società sempre più aperte all'innovazione scientifica e tecnologica. Nella congiuntura attuale caratterizzata da un numero di dottorandi in forte aumento (Nerat et al., 2022; AlmaLaurea, 2023), la formazione dottorale deve «uscire dal diciannovesimo secolo» (Aa.Vv., 2023, p. 414), ossia superare

aspetti come cronica mancanza di fondi, supervisione di scarsa qualità (pochi ricercatori *senior* addestrati al *tutoring* specifico), scarsa preparazione dei dottorandi ad approcci interdisciplinari (vero volano per carriere esterne alla ricerca accademica), modalità di valutazione antiquate. Per reimpostare l'intero sistema e passare dal tradizionale rapporto maestro-apprendista al *network* inter-trans disciplinare, è necessario garantire un'offerta di percorsi di formazione dottorale di qualità, che coinvolga specialisti della materia, attinga dalla ricerca educativa le peculiarità dei processi di apprendimento dottorale, che sperimenti le tecnologie educative - piattaforme *elearning*, LMS, ePortfolio ecc. - per la ricerca e la formazione.

### **Tecnologie di IA e formazione dottorale**

È stato notato che profili lavorativi di alta qualificazione e caratterizzati da capacità di gestione delle idee, comprensione, attenzione e concettualizzazione, come nel campo medico, attraggono maggiormente gli investimenti delle imprese del settore dell'IA col fine di integrare le capacità umane piuttosto che sostituirle (Bogle et al., 2022; OCSE, 2021), a differenza di occupazioni di ricerca, sempre altamente qualificate ma che richiedono capacità di ragionamento su situazioni nuove e non strutturate (Webb, 2019), intelligenza creativa ed empatica (OCSE, 2021) o abilità manuali (es. biologi e archeologi), lo sono di meno (Brynjolfsson, Mitchell e Rock, 2018). Anche per questo, i percorsi di formazione dottorale, oltre alle competenze strettamente legate al lavoro di ricerca - come gestione dei dati, aspetti etici e umani dell'IA e competenze imprenditoriali e di autogestione - dovrebbero far sviluppare capacità di interazione sociale che sembrano attrarre investimenti dal settore delle nuove tecnologie e dell'intelligenza artificiale, indipendentemente dal livello di qualifica (cfr. DM 226/2021). A tale proposito, Bogle e colleghi sottolineano che

Doctoral training should help early-career researchers in leveraging a set of generic multidisciplinary competencies, including self-management skills such as active learning, resilience, stress tolerance and flexibility, along with social interaction skills to help them take their place and make a contribution in the workplace within and beyond academia (Bogle et al., 2022, p. 186).

La ricerca sulla formazione dottorale ha affrontato nel tempo, tra gli altri temi, quello della supervisione/consulenza e del *tutoring* (McAlpine & Amundsen,

2011), spesso legati alla qualità dei percorsi formativi, alla costruzione di approcci internazionali e interdisciplinari (Nerad et al., 2022). Gli studi sui processi di formazione dottorale in ambienti immersivi e aumentati sono pochi e specificatamente curvati sulle soluzioni possibili all'interno di ambienti di apprendimento, come *l'intelligent tutoring system* (ITS), inteso come sistema informatico che imita il supporto all'apprendimento umano fornendo istruzioni e *feedback* immediati e personalizzati sulla base delle *performances* delle persone coinvolte (VanLehn, 2011; Kulik & Fletcher, 2016).

Lo studio di Shang e colleghi (2015) dimostra che le performance dei dottorandi coinvolti in ambienti immersivi – che provocano la percezione di essere fisicamente presenti in un ambiente non reale – che assicurano elementi esperienziali, costruttivisti, collaborativi e *peer-to-peer* basati sul *web* sono superiori a quelle realizzate attraverso modalità tradizionali. A partire dalla sperimentazione in periodo pandemico di misure volte alla creazione del senso di comunità tra i dottorandi – attraverso *blog*, accessi ai *social media*, *newsletter* e linee guida per svolgere il lavoro accademico a distanza –, le università europee hanno continuato ad implementare modalità flessibili e 'miste' di formazione dottorale, oltre che di valutazione dei percorsi, proprio attraverso le tecnologie (Grant et al., 2023). Gli studi sull'apprendimento potenziato dalla tecnologia (*technology enhanced learning*) sottolineano la necessità che i ricercatori abbiano «padronanza epistemica e comprendano sufficientemente il campo per contribuire profondamente a queste dinamiche» e che vengano realizzati curricula sempre più transdisciplinari e *cross-istituzionali* (Pammer-Schindler et al., 2020).

### **Indagine sulle percezioni dei dottorandi sul *tutoring* nel metaverso**

È stato condotto nel periodo maggio-giugno 2024 presso l'Università Telematica Pegaso uno studio con l'obiettivo di cogliere aspetti emergenti sulle potenzialità del metaverso nella formazione dei dottori e dottorandi di ricerca. Il focus dell'indagine sono le percezioni che i dottorandi in formazione stanno sviluppando nei confronti del metaverso, come ambiente immersivo di lavoro e di formazione, e dei ruoli di tutorato artificiale, nello specifico (VanLehn, 2011). Nel presente lavoro ci si riferisce al metaverso come ambiente immersivo di potenziale apprendimento per mezzo di tecnologie di realtà aumentata (Prendes-Espinosa et al., 2019), ossia ai c.d. personaggi non-giocanti (*'not-playing characters'* - NPC), ruoli integrati all'interno dell'ambiente e animati dai programmi e gli algoritmi di

Intelligenza Artificiale (Hwang e Chien, 2022; Agrati, 2023). Tra i NPC è stata focalizzata l'attenzione su:

- *tutor/advisor* - supporto 'saggio' o 'esperto', che offre consigli all'utente, soprattutto nella risoluzione di problemi complessi;
- *peer*: supporto *peer-to-peer* tra studenti-utenti che favorisce l'interazione e la discussione alla base dei processi di apprendimento socio-costruttivisti.

Per l'indagine è stato seguito un disegno a metodo misto (Creswell, 2013) con un sistema sequenziale avente una fase I 'esplorativa' di raccolta di dati quali-quantitativi (tramite questionario *close-and open-ended*), una fase II 'incorporata' di raccolta di dati qualitativi (tramite resoconti documentali) e una fase finale di sintesi meta-inferenziale, ancora in corso. Il presente lavoro si limita a descrivere la procedura e gli esiti della fase I.

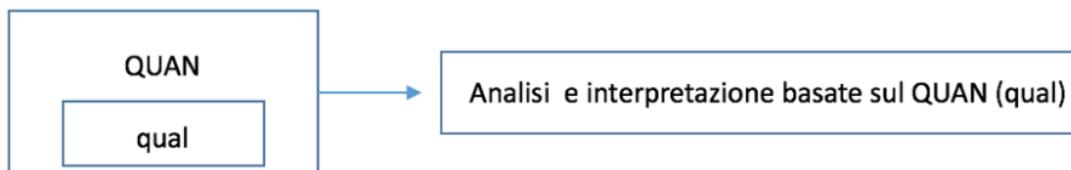


Figura 1. Disegno di ricerca con metodo misto incorporato. Adatt.: Taddlie & Tashakkori, 2009.

L'indagine conoscitiva ha coinvolto 40 dottorandi al I anno del dottorato di interesse nazionale *Equity, Diversity and Inclusion*.

### *Domande della ricerca*

Questo studio affronta le seguenti domande:

1. Quali rischi/opportunità percepiscono i dottorandi riguardo il metaverso come ambiente immersivo?
2. Quale utilità generale percepiscono i dottorandi riguardo i c.d. NPC – *tutor/advisor* e *peer* – disponibili nel metaverso?

che sono state indagate attraverso l'analisi delle risposte b3, c1-3 del questionario – cfr. Tabella 1.

## Metodi

I dati sono stati raccolti attraverso un questionario ad hoc che prevedeva domande a risposta chiusa e aperta riguardanti le seguenti sezioni principali: a. informazioni sociometrico-professionali, b. conoscenze generali sul metaverso, c. percezioni riguardo le funzioni tutoriali svolte dai c.d NPC tutor e peer, d. considerazioni personali – Tabella. 1.

<i>Sezione</i>	<i>Informazioni</i>	<i>Dati</i>
<i>a. informazioni sociometriche</i>	<i>1. genere, 2. età, 3. formazione pregressa</i>	<i>quantitativi</i>
<i>b. percezioni generali sul metaverso</i>	<i>1. definizione personale, 2. accordo rispetto a una definizione tratta dalla letteratura, 3. sfide in generale, 4. rischi sul piano formativo</i>	<i>quantitativi/qualitativi</i>
<i>c. percezioni sul tutoring offerto dai NPC</i>	<i>1. utilità in generale, 2. utilità del NPC tutor/advisor, 3. utilità del NPC peer</i>	<i>quantitativi</i>
<i>d. considerazioni personali</i>	<i>1. metaverso come ambiente di apprendimento esteso</i>	<i>qualitativi</i>

Tabella 1 – Sezioni e domande del questionario, tipi di dati

Il questionario è stato implementato rispetto a uno strumento utilizzato in precedenti indagini (Agrati, 2023) e redatto in modo da richiamare alla conoscenza degli utilizzatori i costrutti-chiave (metaverso; NPC *tutor* e *peer*) e condividere un linguaggio comune (Jovanović e Milosavljević, 2022). Lo stesso è stato somministrato via mail in occasione del modulo formativo tematico ‘Approcci metodologici basati sulla simulazione come strumento di ricerca interdisciplinare’.

## Partecipanti e analisi dei dati

Dei dottorandi partecipanti, 30 sono donne. L’età media è di 30 anni. La formazione pregressa è variegata: area pedagogico-psicologica (n. 20), giuridico-economica (n. 16), scientifico-tecnologica (n. 4).

Per rispondere alle domande di ricerca è stata effettuata in prima battuta l’analisi statistica descrittiva dei dati ottenuti – cfr. Tabella 2. È stata effettuata, successivamente, un’analisi bivariata, tramite indice di correlazione di Pearson (Lattin, Carroll, Green, 2003) per mezzo del *software* SPSS (versione n. 28), sui dati provenienti dalle risposte alla domanda b4 (sfide percepite sul piano formativo) e alle

domande c2 (utilità percepita riguardo il NPC *tutor*) e c3 (utilità percepita riguardo il NPC *peer*).

### Esiti

La Tabella n. 2 riporta i valori assoluti e le percentuali di risposta alle domande b3, b4, c1-3 oggetto di analisi nel presente lavoro.

Domande (d)	Risposte	N. (Tot. 40)	% (Tot. 100%)
<b>Percezione generale sui metaverso</b>			
Quali delle seguenti ritiene essere le principali sfide che il metaverso pone in generale (b3)	Device tecnologico	6	15,4%
	Rischio di dipendenza	10	23,1%
	Privacy e sicurezza dei dati	3	7,7%
	Identità e interazione sociale	18	<b>46,5%</b>
	Altro	3	7,7%
Quanto ritiene rischioso il ricorso al metaverso sul piano formativo (b4)	Molto poco	10	25,0%
	Poco	15	<b>37,5%</b>
	Abbastanza	8	20,0%
	Tanto	5	12,5%
	Tantissimo	2	5,0%
<b>Percezione sui tutoring offerto dai NPC</b>			
Dei ruoli di tutoring possibili nel metaverso, quali considera più utili? (c1)	NPC tutor	22	<b>53,8%</b>
	NPC peer	15	38,5%
	Nessuno dei precedenti	3	7,7%
	Altro	0	0%
Quanto vedrebbe utile il supporto del NPC tutor nel percorso dottorale? (c2)	Molto poco	0	0%
	Poco	10	23,1%
	Abbastanza	12	<b>30,8%</b>
	Molto	12	<b>30,8%</b>
Quanto vedrebbe utile il supporto del NPC peer nel percorso dottorale? (c3)	Moltissimo	6	15,4%
	Molto poco	3	7,7%
	Poco	3	7,7%
	Abbastanza	6	15,4%
	Molto	22	<b>58,8%</b>
	Moltissimo	6	15,4%

Tabella 2. Domande, alternative di risposta, n e % di risposte

La tabella n. 3 riporta l'indice di correlazione ( $r$ ) delle risposte alla domanda b4 (sfide percepite sul piano formativo) rispetto alla domanda c2 (utilità percepita riguardo il NPC *tutor*) e alla domanda c3 (utilità percepita riguardo il NPC *peer*).

Domande	utilità NPC tutor (c2)	utilità NPC peer (c3)
	$r$	$r$
rischi posti dal metaverso sul piano formativo (b4)	-0,01	0,76

Tabella 3. Correlazione ( $r$ ) tra b4 con c2 e c3.

### Discussione

Quali rischi/opportunità percepiscono i dottorandi riguardo il metaverso come ambiente immersivo?

Tra le possibili sfide poste, in generale, del metaverso, inteso come ambiente immersivo, circa la metà dei dottorandi coinvolti focalizza l'attenzione principalmente sui pericoli legati all'identità digitale e alle ricadute di questa sulla qualità delle interazioni sociali (cfr. Tabella 2, domanda b3, 'Identità e interazione sociale', n. 18, 46,5%) mentre circa  $\frac{1}{4}$  di loro riconosce come rilevanti i rischi di dipendenza da uso eccessivo (cfr. Tabella 2, domanda b3, 'Rischio di dipendenza', n. 10, 23,1%). Quando la riflessione si concentra sulle sfide legate al piano specificamente formativo, la percezione di rischio correlato al metaverso come ambiente immersivo diminuisce considerevolmente (cfr. Tabella 2, domanda b4, 'poco', n. 15, 37,5%).

Quale utilità generale percepiscono i dottorandi riguardo i c.d. NPC – tutor/advisor e peer – disponibili nel metaverso?

Riguardo l'utilità percepita in merito ai ruoli di *tutoring* intelligente possibili, in generale, nel metaverso, oltre la metà dei dottorandi coinvolti considera soprattutto quello del c.d. NPC *tutor* esperto (cfr. Tabella 2, domanda c1, 'NPC tutor', n. 22, 53,8%) e oltre  $\frac{1}{3}$  quello del c.d. NPC *peer* (cfr. Tabella 2, domanda c1, 'NPC peer', n. 15, 38,5%).

Se interrogati sull'utilità percepita in merito agli stessi ruoli all'interno del percorso dottorale, i dottorandi riducono le proprie aspettative in merito al c.d. NPC *tutor* (cfr. Tabella 2, domanda c2, 'abbastanza' e 'molto', n. 12, 30,8%) mentre, al

contrario, le aumentano in merito al c.d. NPC *peer* (cfr. Tabella 2, domanda c3, 'molto', n. 22, 58,8%).

Se vengono associate la percezione di rischio legate al metaverso sul piano formativo e di utilità legate il ruolo di *tutoring* esperto si riscontra una correlazione quasi nulla (cfr. Tabella 3, correlazione domanda b4/c2, - 0,01); invece l'associazione con l'utilità del ruolo di *tutoring* pari mette in evidenza una correlazione positiva e più forte (cfr. Tabella 3, correlazione domanda b4/c3, + 0,76).

L'analisi ha fatto emergere un atteggiamento di fiducia e apertura dei dottorandi coinvolti nei confronti del metaverso in generale: le sfide sono ben identificate; tuttavia, la percezione dei rischi correlati non è alta. Sempre dal punto di vista generale, i dottorandi percepiscono l'utilità dei ruoli di *tutoring* intelligente offerti dal metaverso, soprattutto quello associato a compiti complessi – c.d. NPC *tutor*. Quando, tuttavia, la riflessione si sposta sullo specifico dell'esperienza di formazione dottorale, la percezione dei dottorandi muta: emerge il bisogno di un supporto 'alla pari', di un *tutoring* intelligente che sia capace di offrire non tanto una guida nelle prese di decisione in ambito complesso quanto piuttosto sostegno e accompagnamento nel lavoro quotidiano, sul piano empatico e relazionale.

L'analisi correlazionale, soprattutto, mette in evidenza che all'aumentare della percezione dei rischi associati al metaverso sul piano formativo, aumenta anche il bisogno di un supporto tutoriale che sia di accompagnamento, piuttosto che di vera e propria guida.

## Riflessioni finali

È stata svolta un'indagine sulle percezioni di utilità del metaverso in generale e come ambiente immersivo di formazione che ha coinvolto 40 dottorandi del I anno del corso di dottorato di interesse nazionale *Equity, Diversity and Inclusion*. Sono state indagate, nello specifico, le percezioni di utilità riguardo le funzioni di *tutoring* intelligente possibili nel metaverso – i c.d. NPC *tutor* e *peer*.

I limiti del presente studio risiederebbero, a livello generale, nella possibile prematurità dell'oggetto di indagine – investigazione su rappresentazioni personali del metaverso non direttamente collegate ad esperienze concrete. Le percezioni espresse dai dottorandi sul metaverso come ambiente immersivo di formazione si basano principalmente su informazioni di seconda mano – articoli, video, discussioni, ecc. – , non su esperienze di immersione nel metaverso e di interazione con i ruoli degli NPC. Gli atteggiamenti positivi emersi potrebbero quindi denotare una personale

disposizione favorevole, non ancora un giudizio legato a qualche feedback (Agrati, 2023). Altro limite, a livello operativo, risiede nel numero limitato di dottorandi coinvolti, cui si è posto rimedio mediante l'utilizzo di trattamenti statistici inferenziali dei dati. L'esiguità della popolazione coinvolta non consente di generalizzare o estendere quanto emerso dall'analisi ma suggerisce solo alcuni tratti che potrebbero essere meglio indagati in seconda fase e attraverso ulteriori studi più estesi.

Quanto emerso è tuttavia utile per conoscere alcuni indizi concreti – come la disponibilità a sperimentare precorsi possibili per mezzo di tecnologie di IA e il bisogno di *tutoring* di accompagnamento – sul modo in cui dottorandi vivono e si rappresentano il proprio percorso formativo dottorale in ambienti immersivi.

La ricerca sulla formazione dottorale ha già focalizzato la sua attenzione sulla necessità di supervisione/consulenza e di *tutoring* (McAlpine & Amundsen, 2011); è stato sottolineato di recente che un *tutoring* di qualità, specificamente preparato al supporto in tale direzione, contribuirebbe, tra le altre cose, allo 'svecchiamento' dei percorsi dottorali troppo spesso legati a modelli tradizionali (Aa.Vv., 2023). Il presente studio conferma la necessità di approfondire il *tutoring* di 'accompagnamento' alla pari, non solo di 'guida' *one-up-one-down*, per la formazione dottorale. Il *peer-tutoring* nella formazione dottorale è stato indicato dalla ricerca come non sufficientemente esplorato (Flores-Scott & Nerad, 2012); tuttavia, studi sull'IA ne hanno già comprovato le potenzialità (Shang et al., 2015).

Come già indicato (Aa.Vv., 2023), rinnovare la formazione dottorale sarà come 'capovolgere una cisterna': richiederà interventi di struttura – in quanto si andrà a modificare modelli consolidati, come il rapporto mentore-*mentee*, di incentivare, invece, quelli di marca collaborativa e *peer-to-peer*; chiederà di investire maggiormente su abilità di collaborazione nella ricerca e di *net-working*, oltre che di metodologia di indagine. Tali interventi di struttura presuppongono la disponibilità alla collaborazione tra diverse *expertises* – come referenti e *tutor* disciplinari dei corsi PhD, metodologi della ricerca di area, data scientists, sviluppatori di *software*, solo per citare alcuni – nonché la condivisione di un linguaggio di base comune.

Nel frattempo le indagini disponibili confermano che le tecnologie di IA possono offrire supporto nella direzione del cambiamento.

LAURA SARA AGRATI  
*Pegaso online University*

## Bibliografia

- Aa.Vv. (2023), *PhD training is no longer fit for purpose - it needs reform now*, in *Nature* 613, 414. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00084-3>.
- Agrati L.S. (2023), *Tutoring in the metaverse. Study on student-teachers' and tutors' perceptions about NPC tutor*. *Frontiers in Education*. Sec. Teacher Education, Vol. 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1202442>.
- AlmaLaurea (2023) *Profilo dei Dottori di ricerca 2022. Rapporto 2023* [https://www.almalaurea.it/sites/default/files/2023-07/dottori\\_profilo\\_report2023.pdf](https://www.almalaurea.it/sites/default/files/2023-07/dottori_profilo_report2023.pdf).
- Bogle D., Chirikov, Gonzalez Canchè M.S., et al. (2022), *Global labour market development*, in M. Nerad et al (eds) (2022) *Towards a Global Core Value System in Doctoral Education*. London: UCL Press. <https://doi.org/10.14324/111.9781800080188>.
- Brynjolfsson, E., Mitchell, T. Rock, D. (2018), *What can machines learn and what does it mean for occupations and the economy?* AEA Papers and Proceedings, Vol. 108, 43-7. Accessed 9 June 2022. <http://dx.doi.org/10.1257/pandp.20181019>.
- Cantini, D., Chiappa, R., Karakaşoğlu, Y., Manathunga, C., Peters, C., Scholz, B. and Yasar, B. (2019), *Expert report: converging diversity: New frames for 21st Century doctoral education*. Accessed 9 June 2022. [https://www.doctoral-education.info/dl/Workgroup-5\\_Societal-Political-and-Cultural-Change-and-the-Role-of-Researcher.pdf](https://www.doctoral-education.info/dl/Workgroup-5_Societal-Political-and-Cultural-Change-and-the-Role-of-Researcher.pdf).
- Chiappa R., Cantini D., Karakasoglu Y., et al. (2022), *Social, ethical and cultural responsibility as core values for doctoral researchers in the twenty-first century*, in M. Nerad et al (eds) (2022) *Towards a Global Core Value System in Doctoral Education*. London: UCL Press. <https://doi.org/10.14324/111.9781800080188>.
- Creswell, J.W. (2013) *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 4th Edition. London: SAGE Publications.
- Edlund et al. (2023), *Eurodoc - European Council of Doctoral Candidates and Junior Researchers - Statement "The doctoral education - a research education"*.
- European Commission (2024), *ResearchComp: The European Competence Framework for Researchers*. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2023-04/ec\\_rtd\\_research-competence-presentation.pdf](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2023-04/ec_rtd_research-competence-presentation.pdf).
- European Commission (2023), *EURAXESS research profile descriptor*. <https://euraxess.ec.europa.eu/career-development/researchers>.
- European Commission (2011), *Principles for innovative doctoral training'*. Brussels.
- European University Association (2010) *Salzburg II Recommendations: European Universities' Achievements Since 2005 in Implementing the Salzburg Principles*. <https://eua.eu/downloads/publications/salzburg%20ii%20recommendations%202010.pdf>.
- European University Association Council for Doctoral Education (2020), *The New Balance: Insights from EUA-CDE online sessions on doctoral education and the coronavirus crisis*, Geneva: EUA-CDE.
- Flores-Scott E.M., Nerad M. (2012), *Peers in Doctoral Education: Unrecognized Learning Partners. New directions for higher education*, n. 157, Spring, p. 73-83.
- Grant, B., Nerad, M., Balaban, C., Deem, R., Grund, M., Herman, C., et al. (2022), *The doctoral education context in the twenty-first century: Change at every level*, In M. Nerad, D. Bogle, U. Kohl, C. O'Carroll, C. Peters, & B. Scholz (Eds.), *Towards a global core value system in doctoral education*. London, United Kingdom: UCL Press, pp. 18-42.
- Hasgall A., Saenen B., Borrell-Damian L., Van Deynze F., Seeber M., Huisman J. (2019). *Doctoral education in Europe today: approaches and institutional structures*, in Geneva: European University Association. <https://eua.eu/downloads/publications/online%20eua%20cde%20survey%2016.01.2019.pdf>.
- Hwang, G.-J., Chien, S.-Y. (2022), *Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: an artificial intelligence perspective*. *Computers and Education. Artificial Intelligence*. 3:100082.
- Jovanović A., Milosavljević A. (2022), *VoRtex metaverse platform for gamified collaborative learning*. *Electronics* 11:317. <https://doi.org/10.3390/electronics11030317>.
- Kulik, J.A., Fletcher, J.D. (2016), *Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review*, in *Review of Educational Research*, 86(1), pp. 42-78. <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>.
- Lattin J., Carroll J., Green P. (2003) *Analyzing multivariate data*. Belmont: Brooks/Cole.
- LERU - League of European Research Universities (2016), *Maintaining a Quality Culture in Doctoral Education at Research-intensive Universities Advise Paper n. 19*. <https://www.leru.org/files/Maintaining-a-Quality-Culture-in-Doctoral-Education-Full-paper.pdf>.
- McAlpine L., Amundsen C. (eds.) (2011), *Doctoral Education: Research-Based Strategies for Doctoral Students, Supervisors and Administrators*. London: Springer.
- Nerad, M. et al (eds) (2022), *Towards a Global Core Value System in Doctoral Education*. London: UCL Press. <https://doi.org/10.14324/111.9781800080188>.
- Notti A., Giovannini M.L., Moretti G. (2017), *La ricerca educativa e didattica nelle scuole di dottorato in Italia*, n.1/2017. Lecce: PensaMultimedia.

- OECD. (2021), *Reducing the Precarity of Academic Research Careers*. Paris: OECD Publishing.
- Pammer-Schindler V., Wild F., Fominykh M., Ley T., Perifanou M., Soule M.V., Hernández-Leo D., Kalz M., Klamma R., Pedro L., Santos C., Glahn C., Economides A.A., Parmaxi A., Prasolova-Førland E., Gillet D. and Maillet K. (2020), *Interdisciplinary Doctoral Training in Technology-Enhanced Learning in Europe*. *Front. Educ.* 5:150. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00150>.
- Prendes-Espinosa, P., González-Calatayud, V., Payá, A., Mengual-Andrés, S. (2019), *Videogames for teachers: from research to action*. Madrid: McGraw- Hill.
- Shang Ly S.L., Saadé, R.G. & Morin, D. (2015), *Immersive interactive learning environments (A PhD case study)*. *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE)*, pp.401-415. <http://Proceedings.Informing-Science.org/InSITE2015/InSITE15p401-415ShangLy1826.pdf>.
- Taddlie C., Tashakkori A. (2009), *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. Washington DC: Sage.
- VanLehn, K. (2011) *The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems*, in *Educational Psychologist*, n.46 (4), pp. 197-221.
- Webb, M. (2019), *The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market* (November 6, 2019). Available at <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3482150>.