

沉浸式虛擬實境學習導向教育元宇宙平台開發：從設計思維到教學應用

Development of a Metaverse Platform for Immersive Virtual Learning-Oriented Education:

From Design Thinking to Teaching and Learning Applications

王政弘^{1*}，吳聲毅²，盧俐雯³，林知儀⁴

¹ 高雄大學工藝與創意設計學系

² 清華大學師資培育中心

^{3,4} 高雄大學數位內容設計研究中心

* wang101@nuk.edu.tw

【摘要】 COVID-19 疫情加速了遠距教學的普及，卻同時揭示現行數位學習環境在臨場感營造、互動參與與學習引導上的侷限。隨著元宇宙技術快速發展，教育領域積極探索其於沉浸式學習應用的可能性，期望結合虛擬實境（VR）與人工智慧（AI）等新興科技，建構具沉浸體驗與社會互動性的數位學習場域。本研究回應教師在教學現場的實務需求，整合設計思維與學習理論，開發出以 EWOVA（Engagement, Wondering, Organization, Validation, Application）學習行為歷程為核心的教育元宇宙平台。透過跨校教學實踐案例，說明 EWOVA 模式如何促進學生從動機引發到應用遷移的完整學習歷程。本研究亦提出具模組化與行為導向特色的平台建構架構，期能在科技發展下，邁向更具靈活性、自主性與素養導向應用的教育元宇宙平台。

【關鍵字】 教育元宇宙；EWOVA；沉浸式學習；教育創新；素養教育

Abstract: The COVID-19 epidemic has accelerated the popularization of distance learning, but at the same time reveals the limitations of the current digital learning environment in terms of sense of presence creation, interactive participation and learning guidance. With the rapid development of meta-universe technology, the education field is actively exploring the possibility of its application in immersive learning, in the hope of combining emerging technologies such as Virtual Reality (VR) and Artificial Intelligence (AI), to construct a digital learning field with immersive experience and social interactivity. In this study, we responded to the practical needs of teachers in the teaching field, integrated design thinking and learning theories, and developed an educational meta-universe platform based on the EWOVA (Engagement, Wondering, Organization, Validation, Application) learning behavioral process. Based on the case studies, we illustrate how the EWOVA model facilitates the complete learning process from motivation to application. This study also proposes a modular and behavior-oriented platform architecture as a reference blueprint for the future development of the educational meta-universe, in the hope of leading digital teaching towards a new paradigm of greater flexibility, autonomy, and literacy orientation.

Keywords: Metaverse, EWOVA, Immersive Learning, Educational Innovation, Literacy Education

1.前言

後疫情時代使遠距與混成教學成為全球教育常態，進一步突顯數位學習在臨場感、互動性與個人化引導方面的不足。城鄉教育資源落差、師資短缺與課程抽象化等結構性問題影響

學生的學習動機與成效。雖然多種線上學習平台迅速導入校園，但大多仍侷限於教材播放與視訊會議，難以提供具沉浸感與深度互動的學習經驗。

沉浸式學習（Immersive Learning）融合情境體驗、互動操作與角色扮演，能突破傳統教室限制，有助於抽象概念理解、高階思維訓練與社會情境實踐（Makransky & Petersen, 2021; Pagano, 2013; Parong & Mayer, 2018）。在此脈絡下，元宇宙（Metaverse）逐漸成為推動數位學習創新新引擎，轉化學習場域為 3D 互動空間，發展出具多角色、跨時空社群互動特質的教育元宇宙（Lee et al., 2021）。

教育元宇宙結合虛擬實境（VR）、人工智慧（AI）、物聯網（IoT）等技術，能建構可共學、可評量、可適性化調整的學習空間，回應教學品質與教育公平的雙重訴求（Wang et al., 2022; Teng et al., 2022）。但有研究指出，沉浸感不必然提升學習效果，過度設計可能造成認知負荷（Makransky et al., 2019）。因此，沉浸式學習環境的設計需在技術呈現與教學目標間取得平衡（Wang, 2025）。本研究聚焦於教育元宇宙在推動沉浸式學習轉型的潛力，並以 EWova 平台系統為實作範例，探討其設計邏輯與應用實踐對於教育現場問題的回應與貢獻。

2. 文獻綜述

「情境學習」（Situating Learning）為沉浸式學習設計的重要理論基礎，主張知識應於真實或擬真的社會情境中建構，透過參與與實作產生意義（Brown et al., 1989; Lave & Wenger, 1991）。元宇宙作為具多模態與高度互動特性的虛擬場域，能有效促進社會化參與與情境互動（Sedlák et al., 2022），為實踐情境學習提供了新的可能。Dalgarno 與 Lee（2010）提出 3D 虛擬環境的五項學習可供性，包括空間導航、互動操作、情境任務、協作支援與概念視覺化，為沉浸式教學設計提供具體架構。

在 K-12 教育中，沉浸式學習已展現提升學習成效的潛力。Ng et al.（2023）指出，遊戲化與建構式任務有助於發展高階認知與團隊合作。Wang（2024）實作自然科 VR 教材，證實沉浸式學習有助學生理解抽象概念並提升主動探索行為。其他研究亦指出 VR 可減緩學習焦慮、促進知識建構（Concannon et al., 2020; Hu-Au & Okita, 2021），並提升參與與反思表現（Pirker et al., 2020; Holly et al., 2021）。

在學習行為設計層面，多項實證教學策略亦提供關鍵依據。PBL（Hmelo-Silver, 2004）促進學生於真實問題中建構知識，強調統整與應用；合作學習（Johnson & Johnson, 1999）則透過小組互動與任務分工增進參與與社會學習；POE 策略（White & Gunstone, 1992）聚焦科學探究與反思修正；SRL 理論（Zimmerman, 2002）強調自我監控與策略調整，以上策略皆對沉浸式學習中的歷程設計提供實踐啟示。在技術發展方面，元宇宙學習場域整合 VR、AI、5G 等技術，打造跨平台沉浸體驗（Andembubtob et al., 2023; Lee et al., 2021）。Wang et al.（2022）提出教育元宇宙生態系，強調數據驅動與即時互動；Teng et al.（2022）則以 UTAUT 模型驗證「績效期望」、「社會影響」與「沉浸感知」對學習採用意圖的顯著影響。

綜上所述，情境理論、教學策略與技術整合的多元觀點，共同構成本研究平台設計與學習行為模式（EWOVA）的理論基礎與發展脈絡。

3. EWova 教育元宇宙平台建置

本研究平台以雛形法（Prototyping Method）進行開發，採用 Unity 開發引擎，採立意取樣法針對臺灣具科技融入教學經驗的中小學與高中教師進行質性調查，共蒐集 205 份回饋。

研究運用內容分析法，歸納教師在教學應用與技術功能兩大面向的實際需求。教學層面顯示教師關注學生參與度不足、學習動機低落、缺乏反思與知識整合機制，以及學習成果難以遷移；技術層面則期待平台能支援歷程紀錄、協作互動、即時輔助與跨任務整合，以強化素養導向課程的教學支援。

為回應教學現場需求，本研究建構 EWOVA 學習行為模式作為平台設計核心，涵蓋參與（Engagement）、探究（Wondering）、組織（Organization）、驗證（Validation）與應用（Application）五大歷程，對應學生從情境導入到知識遷移的完整學習路徑。平台依據各階段行為建置對應模組功能，如「參與」整合課程管理、身分驗證與虛擬分身模組以營造情境；「探究」與「組織」階段結合 AI 輔助與歷程紀錄工具強化問題探索與概念建構；「驗證」與「應用」則透過互動模組、獎勵管理模組，支持歷程反思與成果應用。整體設計強調模組化、視覺化與彈性應用，並將模組功能置入相對應空間：小組討論區、互動學習區、數位虛擬分身區、學習獎勵區與實驗教室，作為沉浸式學習與教學實踐的重要場域。



圖一 EWOVA 教育元宇宙平台場域空間

4.教學應用成效

為檢證教育元宇宙平台在國小實際教學場域中對學習歷程與行為培養的成效，本研究選取臺灣南部三所國小進行應用觀察與分析，課程以社會領域結合在地文化議題，強化學生對生活場域的理解與參與意願。整體設計依據 EWOVA 行為歷程進行規劃，並結合平台核心模組，驗證其在沉浸式數位教學中的可行性與教學輔助效益。

三校採遠距同步共學形式進行課程，由教師透過 XR 直播於互動講台導入地方文化主題，提升學生沉浸參與感（Engagement）。學生分組進入文化教材場域，操作 3D 模型與虛擬互動工具進行議題探究與推論（Wondering）；在任務引導下記錄資料、運用模型召喚功能協助資料整理與概念統整（Organization）。小組分享時完成簡報發表與互動提問，藉由同儕互評與教師引導進行歷程反思與策略調整（Validation），最終於互動學習區提出應用構想，深化遷移與實踐能力（Application）。上述學習行為，教師亦可透過平台課程管理與歷程記錄模組追蹤學生表現與學習行為，展現 EWOVA 模式在素養導向教學中兼具彈性與實用性，能有效支援學生於各歷程中逐步建構與應用知識。



圖二 實際教學應用情形

5. 結論

本研究整合設計思維、理論基礎與教師實務回饋，建構一套以學習行為為核心、設計驅動的教育元宇宙發展模式。EWOVA 模式將沉浸式學習歷程拆解為參與（Engagement）、探究（Wondering）、組織（Organization）、驗證（Validation）、應用（Application）五大行為環節，具體對應學生的學習動態與階段需求。此模式除提升學習參與與歷程反思，也提供教師課程設計與學習評估的可操作參照架構。實務應用顯示，EWOVA 能有效支援 PBL、POE、SRL 與合作學習等教學策略，實踐以學習者為中心的教學理念，展現高度彈性與擴展性。本研究亦提出 EWOVA 為數位學習場域中「行為驅動×技術支援×教學實踐」三維整合架構，彌補傳統元宇宙應用過度聚焦技術展示之不足。未來將持續深化歷程可視化、個別化支持與開放式學習空間，擘劃具實踐價值的教育元宇宙發展路徑。

參考文獻

- Andembubtob, D. R., Keikhosrokiani, P., & Abdullah, N. L. (2023). A review on virtual reality and eduverse: History and technical perspectives. *Handbook of research on consumer behavioral analytics in metaverse and the adoption of a virtual world*, 89-111.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *1989, 18*(1), 32-42.
- Concannon, B. J., Esmail, S., & Roberts, M. R. (2020). Immersive virtual reality for the reduction of state anxiety in clinical interview exams: Prospective cohort study. *JMIR Serious Games*, 8(3), e18313.
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. *British journal of educational technology*, 41(1), 10-32.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn?. *Educational psychology review*, 16, 235-266.
- Holly, M., Pirker, J., Resch, S., Brettschuh, S., & Gütl, C. (2021). Designing VR experiences—expectations for teaching and learning in VR. *Educational Technology & Society*, 24(2), 107-119.
- Hu-Au, E., & Okita, S. (2021). Exploring differences in student learning and behavior between real-life and virtual reality chemistry laboratories. *Journal of Science Education and Technology*, 30(6), 862-876.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning*. Prentice-Hall, Inc.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.
- Lee, L. H., Braud, T., Zhou, P. Y., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., ... & Hui, P. (2024). All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda. *Foundations and trends® in human-computer interaction*, 18(2–3), 100-337.
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2023). The theory of immersive collaborative learning (TICOL). *Educational Psychology Review*, 35(4), 103.

- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and instruction*, 60, 225-236.
- Manocha, R. (2024). Eduverse: Changing Paradigms in Fashion Education and Management. *Journal of Operations and Strategic Planning*, 7(1), 80-104.
- Ng, P. H., Chen, P. Q., Sin, Z. P., Jia, Y., Li, R. C., Baci, G., ... & Li, Q. (2023, November). From classroom to metaverse: A study on gamified constructivist teaching in higher education. In *International conference on web-based learning* (pp. 92-106). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Pagano, K. O. (2013). *Immersive learning: Designing for authentic practice*. Association for Talent Development.
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785.
- Pirker, J., Lesjak, I., Kopf, J., Kainz, A., & Dini, A. (2020). Immersive learning in real VR. In *Real VR—Immersive Digital Reality: How to import the real world into head-mounted immersive displays* (pp. 321-336). Cham: Springer International Publishing.
- Sedlák, M., Šašinka, Č., Stachoň, Z., Chmelík, J., & Doležal, M. (2022). Collaborative and individual learning of geography in immersive virtual reality: An effectiveness study. *Plos one*, 17(10), e0276267.
- Teng, Z., Cai, Y., Gao, Y., Zhang, X., & Li, X. (2022). Factors affecting learners' adoption of an educational metaverse platform: An empirical study based on an extended UTAUT model. *Mobile Information Systems*, 2022(1), 5479215.
- Wang, C. H. (2024). Education in the metaverse: Developing virtual reality teaching materials for K–12 natural science. *Education and Information Technologies*, 1-22.
- Wang, C. H. (2025). Construction of an educational metaverse shared learning platform. *Impact*, 2025(1), 18-20.
- Wang, M., Yu, H., Bell, Z., & Chu, X. (2022). Constructing an edu-metaverse ecosystem: A new and innovative framework. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(6), 685-696.
- White, R., & Gunstone, R. (2014). *Probing understanding*. Routledge.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice*, 41(2), 64-70.