

影響幼教師 STEM 教學效能之因素與提升策略

邱子耘

國立清華大學幼兒教育學系學生

辛靜婷

國立清華大學幼兒教育學系教授

一、前言

STEM 教育是一種強調科際整合的教學，包含科學（Science）、科技（Technology）、工程（Engineering）及數學（Math）四個領域。根據過去的研究指出，STEM 教育對於幼兒有許多益處，因為生活中科學無處不在，高品質的 STEM 課程可以幫助幼兒理解科學，並發展解決問題的能力（Krajcik & Czerniak, 2018），讓幼兒接觸科學，也可以培養他們對於科學的正面態度（Eshach & Fried, 2005），更重要的是，學齡前幼兒對於數學和科學的了解與興趣，與日後進入小學時的學業能力呈正相關（Clements & Sarama, 2016）。在幼兒園階段，有更多幼教師投入維持和擴展幼兒天生對科學的好奇心至關重要。

然而，國內外的研究（Chen, Wu, & Hsin, 2022; Greenfield et al., 2009; Hsin, Wu, Liang, & Luu, 2023）都指出，大多數幼兒園教師的科學教學自我效能偏低，科學教學自我效能指的是，教師判斷自己是否有能力達到預期的教學目標，通常和教師實施 STEM 課程的頻率有關，低的科學教學效能常導致低落的實施 STEM 課程頻率。在缺乏教師引導下，也可能因此更進一步讓投入 STEM 領域的學生減少，如圖 1 所示，目前我國高等教育中 STEM 領域（包含「自然科學、數學及統計領域」、「資訊通訊科技領域」及「工程、製造及營建領域」）的畢業生有稍微下降趨勢（教育部統計處，2017）。

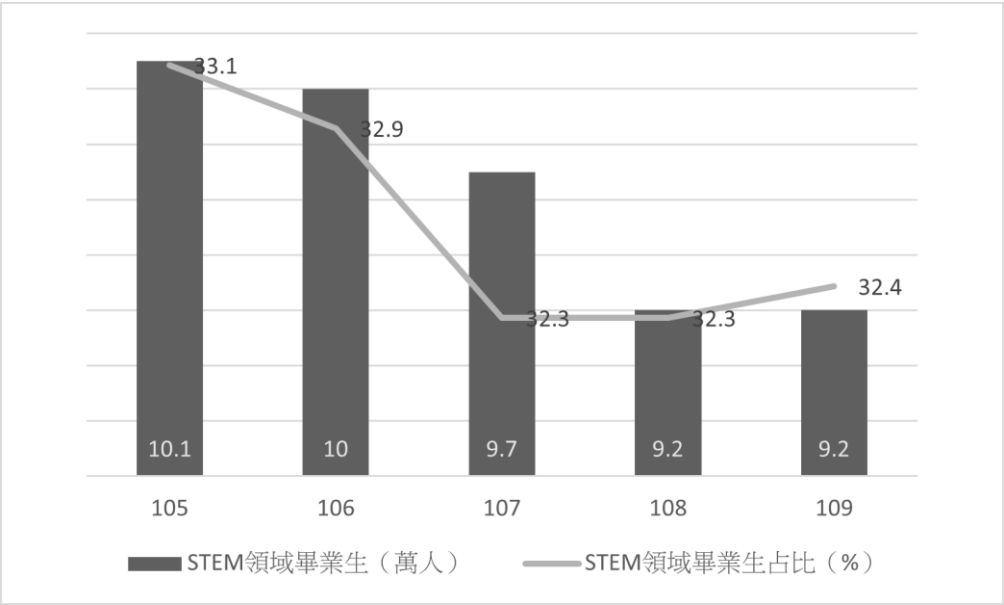


圖 1 我國高等教育 STEM 領域畢業生人數及比例
資料來源：教育部統計處，2017。

本文先討論教師在 STEM 教學上可能面臨的問題，接著探討影響幼教師 STEM 教學效能之因素，並提出提升效能之策略。

二、教師 STEM 教學易面臨之問題

教師在 STEM 教學上易面臨三大問題：職前準備不足、過去學習 STEM 經驗不佳、及缺乏外部支持。

（一）職前準備不足

教師因為缺乏 STEM 學科內容知識和 STEM 課程設計能力，造成設計及執行 STEM 課程的困難（王為國，2021）。幼教師可能因為科學迷思、誤解科學概念，造成教導的科學內容有誤；還可能因急欲展現成效，未能在教案中置入合宜適當的鷹架引導幼兒學習，導致發展出缺乏探究過程的簡化課程（周淑惠，2021）；或是不熟悉跨學科課程設計方式，因此無力設計課程（王國為，2021）。

（二）過去學習 STEM 經驗不佳

教師會因為過去學習 STEM 的經驗不佳，對科學產生負面情緒，進而影響他們教導 STEM 的意願（Gerde, Pierce, Lee, & Van Egeren, 2018）。其中，導致學習 STEM 經驗不佳的原因包含課程以授課為主，沒有討論的時間；內容太強調理論，且多以書寫作業和記憶科學內容為主，缺乏實驗操作的機會，以致課程枯燥、無法引起學生學習興趣（Watters & Ginns, 1994）。

（三）缺乏外部支持

儘管有些幼教師願意實施 STEM 課程，他們也可能因為政策指引不完全，無法有效實施 STEM 課程。美國在 2013 年已經提出《下一世代科學標準》（National Research Council, 2013），其中包含學前到二年級應習得的科學及工程實作，反觀國內，《幼兒園教保活動課程大綱》（教育部，2017）將科學學習放在認知領域其中一項，缺乏系統描述科學和工程實作，也缺乏 STEM 跨領域學習指引（辛靜婷、吳心楷，2021）。此外，教師也可能面臨上級或家長的壓力，而需將大部分的授課時間投入幼兒其他領域的學習（例如讀寫學習），而無暇準備 STEM 教學（Gerde et al., 2018）。

三、影響幼教師 STEM 教學效能之因素

為要協助教師解決上述困境，必須增進幼教師的 STEM 教學效能，以下提出

影響幼教師 STEM 教學效能的重要因素，將可依循作為提出增進幼教師教學效能之策略。

（一）精熟經驗

精熟經驗（mastery experiences）是指教師在 STEM 教學上的成功經驗，其中直接的精熟經驗（enactive mastery experiences）和認知教學法的精熟經驗（cognitive pedagogical mastery experiences）是自我效能最主要的來源。直接的精熟經驗來自於實際的課堂教學表現；認知教學法的精熟經驗（cognitive pedagogical mastery experiences）則基於學習及掌握有效的 STEM 教學法（Bautista, 2011）。教師可觀摩其他教師的 STEM 教學技巧，或從實際教學的錯誤中學習，都可以提升教師 STEM 教學效能（Chen et al., 2022）。Bautista（2011）的研究發現，在給職前教師增加科學教學效能的課程中，其中一課程是讓學員觀看資深小學教師的示範教學影片，並於觀影後討論及反思影片中的教學策略，再搭配進行其他教案設計增能課程，幾乎所有學員在參與課程後表示自己更有信心進行科學教學。

（二）建構及探究取向科學課程

參與運用建構取向方法（constructivist-oriented method）的科學課程能有效提升職前教師科學教學效能。Bleicher 和 Lindgren（2005）的研究中指出，建構取向教學法強調讓學生透過小組討論、分享、動手操作、實驗和觀察等方式，以增進對科學概念的理解。同時，職前教師透過親身參與課程，也了解未來如何運用建構取向的教學策略來教導學生。職前教師在參與課程後皆提升教學自我效能，尤其原先就有正面科學學習經驗的人，在參與研究前及後都表現出更高的教學效能。同樣地，Bautista（2011）針對職前教師的科學教學增能課程中，由講師帶領職前教師進行以探究為基礎的科學活動，強調從引發科學問題，到設計調查過程及執行調查以回答科學問題的歷程。講師在帶領時示範有效教學策略，讓學員透過親身被教導如何進行探究科學活動，了解未來可以如何有效帶領學生學習科學。

（三）過去科學學習經驗

幼教師過去學習科學的速度、成績與理解程度，及學習科學時的挫折或成功經驗，都會影響幼教師 STEM 教學效能（Chen et al., 2022）。此外，Hechter（2011）的研究中也指出職前教師過去的科學學習經驗會影響其科學教學效能，而其中職前教師過去所經歷的教學方式比學習的課程內容更具影響力，曾經經歷探究式教學法的職前教師，在學習過程中較能被教師吸引注意力，也更積極學習，而這些

過去科學學習經驗就變成增進職前教師科學教學效能的重要養分。

(四) 對科學重要性的看法

幼教師對科學的價值和重要性的看法也會影響其自我效能，若教師認為科學的益處多於壞處，且科學中會發生許多令人興奮的事情，則教師的 STEM 教學效能會提高，進而願意在幼兒園實施 STEM 課程（Chen et al., 2022）。Schori 和 Gal（2023）的研究中也發現，當教師認為科學與兒童的生活息息相關時，科學教學的自我效能會增加。

(五) 人際支持

人際支持（例如校長、主任、同事、學生家長、社區鄰里的支持）可以提升幼教師 STEM 教學自我效能（Chen et al., 2022）。以 Bandura（1997）人際支持系統（social support systems）中的社會說服（social persuasion）為例，口頭回饋、鼓勵、讚美等皆可創造支持的社會環境（Milner & Hoy, 2003）。特別是對於新手教師，同事與社區鄰里的支持，能夠顯著提升其 STEM 教學效能（Tschannen-Moran & Hoy, 2007）。其他研究（Breyer, Wilfling, Leitenbauer, & Gasteiger-Klicpera, 2020; Guo, Justice, Sawyer, & Tompkins, 2011）也發現當幼教師與同事的合作程度越高，愈能有效應對教學中的困難，兒童參與度也會越高，進而提升教師的教學自我效能。最後，經費和專業上的行政支持，能讓教師有效地提升 STEM 學科知識，進而增進教學自我效能（Sokha, 2024）。

(六) 對多元背景學生態度

針對教導多元文化背景幼兒（例如原住民）學習 STEM，教師對這些幼兒及其家庭的態度，包括對多元族群態度及多元文化教學態度皆正向影響其 STEM 教學效能（Hsin et al., 2023; Park, Chu, & Martin, 2016）。學者提出（Gay, 2000; Hsin et al., 2023），教師的多元族群態度包含願意學習和了解多元族群的生活方式、文化與語言；多元文化教學態度包括能將多元背景學生之家庭文化融入教學內容和環境布置，及相信多元族群幼兒能取得好成績。當幼教師認同對所教導的多元文化族群幼兒的家庭及文化，也對幼兒的學習保持高期待，並積極融入幼兒家庭文化於科學教學中，很可能會同時提升教師科學教學自我效能，覺得自己是有能力支持多元背景幼兒的科學學習並幫助其累積成就。

四、提升 STEM 教學效能之策略

以下提出幾項針對提升職前及在職幼教師教學效能的策略。

（一）提供更多 STEM 教學機會

由於教學自我效能最主要的來源是直接的精熟經驗和認知教學的精熟經驗（Bautista, 2011），提供職前及在職幼教師更多的教學經驗，並加上優良 STEM 教學幼教師的輔導，能夠讓他們在一次次的實戰中，透過修正獲得更多成功的教學經驗；另外也可以透過觀摩優秀教師教學，學習到 STEM 課程設計及教學方法，獲得認知教學的精熟經驗。

（二）增加 STEM 內容知識及教學法學習資源

增加職前幼教師 STEM 教學專業能力刻不容緩。政府可挹注經費增加 STEM 課程設計、STEM 學科內容知識、和學科教學知識等專業課程。課程中，可運用生動有趣的教學方式（例如：遊戲化學習、互動式教學）、提供實驗和探究學習機會、進行方案研究等，給予幼兒正向科學學習經驗，提高對科學學習的興趣和動機。更重要的是要提供職前教師足夠的支持與鼓勵，以增強其科學教學效能。此外，也可鼓勵職前幼教師參與科學教育相關的研討會、並增加與 STEM 科系學生合作的機會。對於在職教師，可增設 STEM 教學工作坊；編撰 STEM 課程、教學法等手冊讓在職教師參考。另可增設 STEM 教育研究所，系統化方式培育職前及在職教師，並鼓勵進行跨領域學習（王為國，2021）。

（三）提供教師人際支持

可鼓勵幼教師間合作進行 STEM 課程，各自負責擅長的領域或共同解決 STEM 教學上的難題（王為國，2021）。透過協同教學，可以彌補單一教師無法涵蓋所有領域知識的不足，讓學生在 STEM 教育中獲得更全面的發展（盧秀琴、洪榮昭、陳芬芳，2019）。然而，需要注意的是，分工合作時溝通和協調是必不可少的，若一味求快，導致教案內容矛盾，甚至出現錯誤，則本末倒置（周淑惠，2021）。此外，增進主管、家長和社區鄰里對教師 STEM 教學的支持也至關重要。主管應給予教師充分的時間和空間準備課程、提供充足的 STEM 教材和設備、並支持幼兒 STEM 教育相關培訓；幼兒園可鼓勵家長參與 STEM 教學活動，家長可分享職業經歷和專業知識、提供教學資源、和協助活動進行；幼兒園並可強化和社區鄰里合作，例如尋求圖書館、科學中心和企業提供 STEM 活動場地或經費、招募志工協助教學、或募款為幼兒園提供 STEM 教具和設備。

（四）修訂《幼兒園教保活動課程大綱》

建議修訂《幼兒園教保活動課程大綱》，增加系統描述適合幼兒的科學和工程實作內容，包括提出科學問題或工程疑難、計畫、調查（含實驗、觀察、測量、

紀錄等)、工程設計、及溝通等(辛靜婷等, 2021; National Research Council, 2013), 讓教師可明確知道幼兒需要達到的 STEM 學習目標, 並依此設計具探究精神的課程活動和安排學習環境。此外, 也可提供 STEM 課程設計範例, 如主題或方案課程、學習區安排、及多元評估方法等。

(五) 增進教師多元文化素養

增進幼教師多元文化素養可提高其教學效能, 進一步增進其引導多元文化族群背景幼兒學習 STEM 的機會。職前教師可以選修多元文化課程以增進其多元文化素養, 除認同多元背景幼兒家庭文化價值, 並學習文化回應(culturally responsive)和文化持續(culturally sustaining)教學法, 藉由田野調查等方式, 獲取多元背景學生的家庭文化、先備經驗、興趣、優勢和劣勢等資訊(Gay, 2000; Siwatu, 2011), 並將學生在家庭累積的知識融入 STEM 教學或直接教導這些和 STEM 相關的知識(例如原住民的藥用動植物知識)(Hsin et al., 2023)。針對在職教師, 各縣市教育局應積極提供提升多元文化素養資源, 將多元文化素養相關的課程納入專業研習計畫, 並鼓勵教師將這些多元知識融入 STEM 教學活動中(鄭雅婷, 2018)。

五、結語

幼教師在實施 STEM 課程時面臨多種挑戰讓幼教師對 STEM 教學怯步。然而透過提供幼教師更多精熟教學經驗及優秀教師輔導; 增加 STEM 內容知識及教學法學習資源; 提供充足人際支持; 修訂幼兒園教保活動課程大綱及提供課程範例; 增加多元文化素養學習資源等, 可以為職前和在職幼教師提供更好的支持和培訓。這些支持不僅關乎教師的專業發展, 更關乎幼兒未來的學習經驗和成就。努力提升幼教師科學教學效能, 將讓更多教師能夠投入啟發更多幼兒對科學、技術、工程和數學的熱愛, 為幼兒打開更加廣闊的未來之門。

參考文獻

- 王為國(2021)。STEAM教育之教師專業問題與因應建議。臺灣教育評論月刊, 10(5), 115-119。
- 辛靜婷、吳心楷(2021)。探究取向幼兒STEM方案課程: 設計、教學與評量。新北: 心理。
- 周淑惠(2021)。幼兒園STEM教育開展之常見問題。臺灣教育評論月刊, 10(10), 152-161。

- 教育部（2016）。*幼兒園教保活動課程大綱*。臺中：教育部國民及學前教育署。
- 教育部統計處（2017）。*大專校院學科標準分類第五次修正*。取自 <https://stats.moe.gov.tw/bcode/>
- 鄭雅婷（2018）。幼兒園教師應具備多元文化素養。*臺灣教育評論月刊*，7(5)，254-258。
- 盧秀琴、洪榮昭、陳芬芳（2019）。設計STEAM課程的協同教學：以「感控式綠建築」為例。*教育學報*，47(1)，113-133。
- Bandura, A. (1997) *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: W.H. Freeman and Company.
- Bautista, N. U. (2011). Investigating the use of vicarious and mastery experiences in influencing early childhood education majors' self-efficacy beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 333-349.
- Bleicher, R. E., & Lindgren, J. (2005). Success in science learning and preservice science teaching self-efficacy. *Journal of Science Teacher Education*, 16(3), 205-225.
- Breyer, C., Wilfling, K., Leitenbauer, C., & Gasteiger-Klicpera, B. (2020). The self-efficacy of learning and support assistants in the Austrian inclusive education context. *European Journal of Special Needs Education*, 35(4), 451-465.
- Chen, Y.-C., Wu, H.-K., & Hsin, C.-T. (2022). Science teaching in kindergartens: Factors associated with teachers' self-efficacy and outcome expectations for integrating science into teaching. *International Journal of Science Education*, 44(7), 1045-1066.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2016). Math, science, and technology in the early grades. *Future of Children*, 26(2), 75-94.
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should Science be Taught in Early Childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14, 315-336.
- Gay, G. (2000). *Culturally responsive teaching: Theory, research, and practice*. New York, NY: Teachers College Press.

- Gerde, H. K., Pierce, S. J., Lee, K., & Van Egeren, L. A. (2018). Early childhood educators' self-efficacy in science, math, and literacy instruction and science practice in the classroom. *Early Education and Development*, 29(1), 70-90.
- Greenfield, D. B., Jirout, J., Dominguez, X., Greenberg, A., Maier, M., & Fuccillo, J. (2009). Science in the preschool classroom: A programmatic research agenda to improve science readiness. *Early Education and Development*, 20(2), 238-264.
- Guo, Y., Justice, L. M., Sawyer, B., & Tompkins, V. (2011). Exploring factors related to preschool teachers' self-efficacy. *Teaching and Teacher Education*, 27(5), 961-968.
- Hechter, R. P. (2011). Changes in preservice elementary teachers' personal science teaching efficacy and science teaching outcome expectancies: The influence of context. *Journal of Science Teacher Education*, 22, 187-202.
- Hsin, C.-T., Wu, H.-K., Liang, J.-C., & Luu, D. T. (2023). Factors predicting kindergarten teachers' integration of science into their teaching in Indigenous areas. *Australasian Journal of Early Childhood*, 48(1), 50-65.
- Krajcik, J. S., & Czerniak, C. M. (2018). *Teaching science in elementary and middle school: A project-based learning approach*. Abingdon, UK: Routledge.
- Milner, H., & Hoy, A. (2003). A case study of an African American teacher's self-efficacy, stereotype threat and persistence. *Teaching and Teacher Education*, 19, 263-276.
- National Research Council. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- Park, J. C., Chu, H. E., & Martin, S. N. (2016). Exploring how Korean teacher's attitudes and self-efficacy for using inquiry and language based teaching practices impacts learning for culturally and linguistically diverse students: Implications for science teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1799-1841.
- Schori, H., & Gal, A. (2023). Perception and self-efficacy to teach science in kindergarten: Undergraduate students' and teachers' point of view. *Early Childhood*

Education Journal. Advance online publication.

- Siwatu, K. O. (2011). Preservice teachers' culturally responsive teaching self-efficacy-forming experiences: A mixed methods study. *The Journal of Educational Research*, 104(5), 360-369.
- Sokha, K. (2024). Examine the impact of contextual, personal, and behavioral factors on high school teachers' engagement in teaching science using an integrated STEM approach. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-27.
- Tschannen-Moran, M., & Hoy, A. W. (2007). The differential antecedents of self-efficacy beliefs of novice and experienced teachers. *Teaching and Teacher Education*, 23(6), 944-956.
- Watters, J. J., & Ginns, I. S. (1994). Self-efficacy and science anxiety among preservice primary teachers: Origins and remedies. *Research in Science Education*, 24, 348-357.

