

幼兒園 STEM 教育開展之常見問題

周淑惠

國立清華大學榮譽退休教授

一、前言

代表科學（Science）、技術（Technology）、工程（Engineering）、數學（Mathematics）四個英文字的「STEM 教育」，近年來在國際教育界頗受關注與青睞，它最早緣起於在國際測評上數學等科目落後的美國，遂投入大量人力與經費發展 STEM 教育，曾發布《STEM 2026：STEM 教育創新的一個願景》，將 STEM 教育延伸至學前甚至嬰幼兒階段（US Department of Education, 2016）。其後許多國家為因應人工智能新紀元、增進國家競爭力，也大力挹注經費推行 STEM 教育政策，如提出《建立我們的產業策略綠皮書》的英國、發表《STEM 教育白皮書》的中國中國教育科學研究院（2017），甚而有些國家也向下延伸至嬰幼兒階段，如澳洲（<https://www.monash.edu/conceptual-playworld/home>）。自幼盡早開始 STEM 教育已為大家所公認（周淑惠，2017b; Lange, Brenneman, & Mano, 2019; McClure, Guernsey, Clements, Bales, Nichols, Kendall-Taylor, & Levine, 2017; Worth, 2020）。

然而坊間 STEM 教育實務呈現不同樣貌，例如通常只代表科學一科（Bybee, 2013; English, 2016）；或科學與數學凌駕於其他兩個學科，很少關注到技術與工程（Bybee, 2010; Kelly & Knowles, 2016; Strimel & Grubbs, 2016），Bybee（2013）甚至整合提出「STEM 等於科學」、「STEM 等於四個分立的學科」、「STEM 意謂納入技術、工程或數學的科學」等九種互異的實踐狀況，可見坊間對於 STEM 教育到底是甚麼及要如何具體實施，多半持有不同看法或迷思，導致實施時出現多元樣貌。雖然幼兒教師整體上對 STEM 教育認識不多（張新立、朱萌與胡來林，2019；鄭德禮，2018），但對未來實施則充滿期待（張新立、朱萌與胡來林，2019），所以針對幼兒園開展 STEM 教育時的窒礙或問題加以研究，極具重要意義。

研究者基於多年主題探究課程研究基礎（周淑惠，2006，2017a，2017b）、廣泛文獻探討與幼兒園課程輔導經驗，曾提出幼兒 STEM 教育的重要定位、課程架構與實施方法（周淑惠，2019，2020），並運用以上立論於輔導幼兒園推展 STEM 教育，同時也進行研究以蒐集與分析教師的常見問題，期望未來能對症除弊，更盼引發其他實徵研究，裨益日後幼兒園 STEM 教育的推廣。

二、文獻探討與研究立論基礎

（一）幼兒 STEM 教育意涵

研究者以為 STEM 教育的現況問題，多源於對 STEM 教育認識不清，所以在此先行揭示意涵。綜合各方文獻(張俊、張蓓蓓, 2016; Englehart, Mitchell, Albers-Biddle, Jennings-Towle, & Forestieri, 2016; Krajcik & Delen, 2017; Moonmaw, 2013; NRC, 2013; Zan, 2016)，幼兒 STEM 教育意涵為：針對生活中的問題，透過工程的設計、製作與精進的核心活動，以為課程與教學主軸，歷程中並整合運用科學與科學探究、數學與數學思考、以及技術與工具等，以產生製作物暨解決實際的問題(周淑惠, 2018a, 2018b, 2019, 2020)。這是比較嚴謹的定義，遵循此定義的 STEM 教育必能真正落實領域整合，因為此一定義揭示 STEM 教育的起點是解決生活中問題或滿足生活中需求，主要活動是歷經設計、製作與精進的「工程」程序；而工程是 STEM 學習的觸媒，提供各領域內容的理想整合工具(Kelly & Knowles, 2016)，只要涉及工程自然會整合科學、數學、技術等學科領域。例如探究寵物習性後，幫貓製作有洞穴、大小平台的遊戲高台，它涉及平衡穩固、尺寸高低、工具與手法運用等，無怪乎 Moore 與 Smith (2014) 言，讓學生投入具挑戰性的工程設計是有品質、統整的 STEM 教育經驗。

（二）幼兒 STEM 教育基礎與課程架構

STEM 教育的課程乃架構於「環境與生活中探索」與「解決探索中問題」經、緯之上，縱橫密切交織(周淑惠, 2019, 2020)，因為 STEM 教育的核心精神是探究(周淑惠, 2017a, 2017b; Barbre, 2017; Moomaw, 2013)，若欲推展與落實，則具有探究取向課程與探索化環境，就相當有利，二者形同軟、硬體基礎。誠如 Katz (2010) 指出，強調科學探究的方案教學提供 STEM 經驗的良好平台，研究者也認為多年研究與推廣的主題探究課程充滿 STEM 經驗(周淑惠, 2017a, 2017b, 2018a)。

直接面對生活問題的萌發課程，最能反映 STEM 教育要義，然而萌發課程帶給教師壓力，且 STEM 諸領域也是幼師害怕科目。就此，許多推廣的幼兒 STEM 課程運用繪本或假想情境預先規劃，讓幼兒面對問題並設法解決，例如「概念性遊戲世界」(馬瑞連·弗里爾, 2019)、「STEM 製作與修補」(Heroman, 2017)、「圖畫書 STEM」(Tank, Moore, Pettis, & Gajdzik, 2017)、「幼兒園工程基礎」(Museum of Science, Boston, 2019) 等。所以研究者將繪本或假想情境也納入課程架構中，與生活、遊戲中問題共同形成重要切入點，讓幼師可預先設計，只要能先行探究問題與分析 STEM 要素，就能預思教學互動，引導幼兒在探究時確認標的問題與選擇方案(周淑惠, 2020)。

（三）幼兒 STEM 教育實施方法

基於軟、硬體基礎與課程架構，就可開展 STEM 課程，引導幼兒運用工程程序解決，六項具體實施方法為：(1)優化戶內、外環境並容許幼兒在環境中探索；(2)選定生活與遊戲中問題與幼兒共構；(3)善用繪本與假想情境讓幼兒入戲解決問題；(4)以預設課程增加教師信心與備妥幼兒探索舞台；(5)課程設計反映探究、解決問題、工程活動與領域整合的 STEM 教育四特徵；(6)提供適當鷹架並逐漸減少教學主導性（周淑惠，2019）。值得注意的是，「引導式探究」是幼兒 STEM 教育落實的重要方法，因為孩子的探究能力需要鷹架引導才能逐漸建立（Gelman, Brenneman, McDonald, & Roman, 2010; Guarrella, 2021）。

三、研究資料蒐集與分析

研究者亟欲了解當幼兒園推展 STEM 教育時，阻礙其中的常見問題，因此在輔導幼兒園轉型 STEM 課程時，就同時透過各種交流機會蒐集相關資料，前後共有四家幼兒園參與，都採預設課程方式開展。幼兒園輔導以「做中學」為指導原則，除理念與專業知能培訓（上述研究者發展的軟硬體基礎、課程架構與實施方法等專業知能）、課程案例研討與專業對話外，還伴隨指定作業的習作、研討與回饋（含 STEM 課程與活動教案設計、戶內與戶外 STEM 探索化環境規劃、試教影片拍攝與自評等）；有兩家幼兒園因疫情關係，以線上培訓方式取代到園訪視，但仍持指定作業及回饋的做中學原則。整個輔導（研究）期程從疫情前（2019 年 9 月）始，到現在約兩年期間，其中有兩園的輔導期程至少在一年以上，其他兩園約一學期。

每次培訓與對話、作業表現與研討、通訊軟體群組溝通，都是研究者蒐集教師想法與現狀問題的機會；此外在每次輔導後，研究者均撰寫「輔導日誌」，內涵包括當下輔導狀況的記錄、輔導與研討功效的省思、急需強化知能的預設等，並且於各園輔導期程結束後，撰寫「輔導總誌」。此種事後回溯思考讓研究者更加清晰輔導成效與意識窒礙或問題，並將各項資料所顯現的問題，加以分類、合併、比較、分析與歸納，最後呈現研究結果。至於各項資料以代碼顯示，第一個英文大寫字母代表園名，其後的數字代表年/月，最後的中文字代表資料性質如教影（教學錄影）、教訪（教學訪視）、日誌（輔導日誌）等，例如「B21/7 紀實」代表 B 園在 2021 年 7 月的教學紀實資料。

四、幼兒 STEM 教育推展的常見問題

有關幼兒園推展 STEM 課程時的三大方面常見問題為：因迷思或誤解導致行動遲疑不前、表現於課程設計上的問題、表現於課程實施上的問題，分別說明

如下。

（一）因迷思或誤解導致行動遲疑不前

有些教師一直持有似是而非的迷思或認知上的誤解，表現出躊躇樣貌或課程行動緩慢，有兩種現象：第一種是誤認 STEM 教育重視理工領域，遠離遊戲精神，與幼教遵奉原則不符；第二種現象是因為新冠疫情發生後，大家對自然、生命教育特別重視，有些教師誤認 STEM 教育僅重現代科技，與自然教育悖離。在一次次專業對話與 STEM 課程案例解說中，研究者意圖攻破迷思，教師們才逐漸理解或拋下心防（A19/10 教訪、A20/9 日誌、B21/1 線影、C21/4 線影）。專業對話重點如下：幼教重視全人教育，強調在統整課程基礎上檢視與強化 STEM 諸領域，絕非僅僅重視現代科技或理工領域。再且幼兒的探究與遊戲其實是密切交織，在遊戲中探究著也在探究中遊戲著，而且戶內、外遊戲都能體現遊戲/探究精神，尤其是大自然環境的陽光、空氣、水、土、沙、石、動植物等是最棒的遊戲/探索元素。當幼兒與自然環境中的動植物或事物互動時，可能會遭遇某些問題，若允許遊戲/探究從中體驗如何解決問題，即與 STEM 教育連結，亦即大自然提供無盡的遊戲/探究或方案探究機會（Mendoza & Katz, 2020），讓 STEM 概念萌生（Selly, 2017; Weidel-Lubinski, 2020）。例如豔陽天在戶外遊戲時，如何運用樹枝、落葉搭蓋遮陽休憩的小屋？為讓鳥兒常來造訪，如何製作餵食器等？

（二）表現於課程設計上的問題

1. 因迷思、誤解引發的課程設計問題

因迷思、誤解除導致課程行動遲疑不前外，也會引發課程設計上的問題，有四種狀況：(1)僅設計科學、實驗性活動；(2)為科技而科技非為解決問題而設計—如運用艱深的 Micro Bit、編程軟硬體，以顯示強調技術；(3)為製作而製作非為解決問題而設計—如將活動重點放在產生具體可見的製作物成果，不是基於解決生活問題所需；(4)忽略統整性課程設計—如將重點置於顯現個別活動，缺乏脈絡或整合性。研究者以為，這四種現象都是源於對 STEM 教育的定義與特徵不甚清楚之故，故而因應之道是不斷重複強調 STEM 教育的意涵與特徵，並輔以課程實例說明（A20/12 教訪與日誌、B21/4 教案與日誌、C21/7 教案與日誌、D20/12 紀實）。

2. 因知能限制引發的課程設計問題

有些教師因為有限的專業知識或能力，導致無法合宜地設計課程內涵，有四種情況：(1)錯認製作物結構或所涉科學原理，使教案內容有誤；(2)不了解幼兒發展水平，致活動內涵或難度不合宜—如製米酒活動、製作輪軸原理的車輛(小班)、

畫路線圖的你在哪裡活動（小班）、製作摺疊椅子；(3)忽略統整性設計或統整設計不佳；(4)教案以灌輸傳授為主，缺少探究性；(5)未能在教案中置入合宜的引導鷹架用語（A19/11 教訪、A20/12 教訪與日誌、B21/7 紀實、B21/7 總誌、C21/6 教案與日誌）。

以上知能有限或對 STEM 教育認識不清，多為中外研究所認同（林坤誼，2018；張新立、朱萌與胡來林，2019；鄭德禮，2018；Geng, Jong, & Chai; Margot & Kettler, 2019）。STEM 教學知能涵蓋科學、技術、工程與數學等內容知識，幼教老師一向懼怕科學、數學，現又涉及甚少觸及的工程與技術，而且又是統整性的設計，挑戰性確實很大，再加上長久受傳統灌輸教育的洗禮，無怪乎課程與活動設計缺乏探究性與顯現其他偏差。

3. 因急欲展現成效引發的課程設計問題

研究者發現有趣的現象是，有些教師遲疑不前，也有些教師卻急於展現 STEM 教育成效，從兩種狀況可見端倪：(1)設計熱鬧的大型活動或較易落實及呈現的個別活動，以周知家長與社區民眾，然而已經脫離 STEM 探究與統整課程精神；(2)略過教師先行探究與分析 STEAM 成分的設計步驟，或以分工未加協調方式行之，以求快速展現，致使教案內容矛盾、不一致或未能預書如何適切引導幼兒探究（A 21/1 教案與日誌、B21/3 教案與日誌、C21/6 教案與日誌、C21/7 總誌、D20/11 紀實）。至於為何急於展現 STEM 教育成效，是值得探討的問題。

(三) 表現於課程實施上的問題

1. 教學主導性強活動缺乏探究精神

課程實施上最大的問題是教師的主導性偏強，很少給予幼兒思考、探究與嘗試錯誤的空間，這可能和教師長久習於灌輸性的教育有相當關係，也與軟體基礎薄弱有關—探究取向課程。例如「幼兒園的人和使用設施」活動中，教師出示一張張廚師、行政老師、清潔阿姨等幼兒園人物圖卡與影印機、吸塵器、烤箱、投影機等工作中使用設施圖片，伴隨詳細解說後，拿出幾張圖片請幼兒配對如廚師配烤箱、行政人員配影印機等；整個過程都是教師滔滔說明某一人物的職責、使用設施與其功能，幼兒被動聽講完全無探究事實（A19/12 教訪）。再如在分組製作掃帚前，以 PPT 依步驟順序教導幼兒如何製作，完全沒有讓幼兒面對問題並設法解決（C21/7 教影）。

2. 未能搭構合宜鷹架引導幼兒探究

由於教師的主導性，很自然地不知如何搭建鷹架引導幼兒探究，即使研究者多次說明如何搭建鷹架與具體舉出鷹架教學實例，教師的鷹架搭建技巧還是很薄

弱或完全忽略。誠如我在 C 園的輔導總誌中寫道：「教師長期受到傳統教學的影響，即使知道要開放、引導幼兒探究，但是能力是日久積累的，無法在短期內上升，只能督促園方內部不斷地透過教學觀摩與研討，逐漸建立能力。」(C21/7 總誌)。A 園的輔導期程最長，從 2019 疫情前就已經開始，但是即使到 2021 年初，我還是發現很難完全消除教師的教學主導性 (A21/2 總誌)。

3. 經常傳達似是而非概念或快速略過概念

教師知能上的限制不僅無法設計合宜、正確內涵的教案，而且會在與幼兒互動時，不自覺地傳輸錯誤的概念，例如將蜘蛛與蜈蚣視為昆蟲、影子是光折射出來的、蠶結繭是住進小屋子休息等 (A20/12 日誌、B21/7 紀實、C21/7 教影、D21/8 紀實)；有時候則是對概念本身不甚理解，當幼兒提問時，無法向幼兒解釋或邀幼兒一起探究，就快速帶過或略過，留下一臉茫然的幼兒，例如毛細現象、大氣壓力、反作用力等 (B21/7 紀實、C21/7 日誌)。

4. 過分重視成果與展現

園方與教師們似乎都很重視成果的展現，形成在教學中或教學後為幼兒代勞製作物，美化作品或使之具有機能的現象，例如製作椅子活動的整體椅座框架幾乎是老師代工 (B21/4 教影)、製作車子活動的輪與軸是老師代為裝上 (A19/11 教訪)。這種現象可能是誤解 STEM 教育僅為產生製作物所致，也可能是急於展現成效的心態所致，無疑地也都顯現教師的主導性。

五、結論與建議

以上幼兒 STEM 教育開展時的各項窒礙或問題諸如：因迷思或誤解導致行動遲疑不前、表現於課程設計上的問題、表現於課程實施上的問題，實可作為推廣幼兒園 STEM 教育之參考。從本研究的立論可知，有心實施幼兒 STEM 教育者，只要依循強調探究與課程統整的幼兒園課綱，實施探究取向的主題課程，在此深厚基礎上多引導幼兒以製作物解決問題，並檢視 STEM 各領域是否俱全，即形同實施 STEM 教育，不必費力重構 STEM 課程。不過課程創新或轉型具有逐漸演化、整體牽動與複雜不定等特性 (周淑惠，2006)，非一蹴可幾，幼兒園若欲推行 STEM 教育，必須穩固地立基於軟、硬體基礎之上，紮實地運作課程，並大力破除以上迷思與盡量避免以上問題，方能順利推展。

綜上本研究的建議有兩大方面，首先是幼兒園層面包含：(1)加速教師 STEM 領域之專業成長，以破除迷思、勇於力行並避免課程設計與實施上的弊端；(2)努力紮根於探究取向主題課程之上，以消除教學上的主導性並能引導幼兒探究；以及(3)採行循序漸進、逐步開放方式加以落實，如由區角、個別活動、部分時段開

始推展。其次是教育有關當局層面包含：(1)重構職前與在職專業發展系統，以培養能面對未來人工智能世界所需知能為重要考量；以及(2)改善幼教結構或實施多元獎勵措施，讓更多幼兒園願意實施以探究、解決問題為精神的幼兒園課綱，早日邁向 STEM 教育之道。

參考文獻

- 中國教育科學研究院（2017）。**中國STEM教育白皮書**。取自<http://mp.weixin.qq.com/s/Pjlxk3Y0WP5qdgSfh8pShw>
- 周淑惠（2006）。**幼兒園課程與教學：探究取向之主題課程**。台北市：心理。
- 周淑惠（2017a）。**面向21世紀的幼兒教育：探究取向主題課程**。新北市：心理。
- 周淑惠（2017b）。STEM教育自幼開始—幼兒園主題探究課程中的經驗。**臺灣教育評論月刊**，6(9)，169-176。
- 周淑惠（2018a）。**具STEM精神之幼兒探究課程紀實：「一起創建遊戲樂園」主題**。新北市：心理。
- 周淑惠（2018b）。**嬰幼兒STEM教育與教保實務**。新北市：心理。
- 周淑惠（2019）。幼兒STEM教育之定位、實施與挑戰。載於張芬芬、謝金枝主編，課程與教學學會策劃，十二年國教108課綱實施與問題因應（頁299-323）。台北市：五南。
- 周淑惠（2020）。**幼兒STEM教育：課程與教學指引**。新北市：心理。
- 林坤誼（2018）。STEM教育在臺灣推行的現況與省思。**青年研究學報**，21(1)，107-115。
- 馬瑞連·弗里爾（Fleer, M.）（2019）。概念性遊戲世界：推動遊戲與兒童學習結合的新途徑。**學前教育研究**，299，73-79。亦見<https://www.monash.edu/conceptual-playworld/about>。
- 張俊、張蓓蕾（2016）。幼兒園STEM綜合教育—概念、理念及實踐構想。**科學大眾·STEM**，880(12)，2-5。

- 張新立、朱萌與胡來林（2019）。幼兒STEM教育現狀的調查與分析。《中國教育信息化》，2，35-38。
- 鄭德禮（2018）。在香港幼兒園推行STEM教育的挑戰之初探。《香港教師中心報》，17，223-239。
- Barbre, J. G. (2017). *Baby steps to STEM: Infant and toddler science, technology, engineering, and math activities*. St. Paul, MN: Redleaf Press.
- Bybee, R.W. (2010). Advancing STEM: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Englehart, D., Mitchell, D., Albers-Biddle, J., Jennings-Towle, K., & Forestieri, M. (2016). *STEM play: Integrating inquiry into learning centers*. Lewisville, NC: Gryphon House.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3). doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1
- Gelman, R., Brenneman, K., McDonald, G., & Roman, M. (2010). *Preschool pathways to Science: Facilitating scientific way of thinking, talking, doing and understanding*. Baltimore, Maryland: Paul H. Brookes Publishing.
- Geng, J., Jong, M. S.Y., & Chai, C. S. (2018). Hong Kong teachers' self-efficacy and concerns about STEM education. *Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 35-45. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0414-1>
- Guarrella, C. (2021). Weaving science through STEAM: A process skill approach. In C. Cohrssen & S. Garvis (eds.), *Embedding STEAM in early childhood education and care* (pp.1-20). Switzerland: Pargrave Macmillan.
- Heroman, C. (2017). *Making & tinkering with STEM: Solving design challenges with young children*. Washington D.C.: National Association for the Education of Young Children.

- Katz, L. G. (2010, May). STEM in the early years. Paper presented at the *STEM in Early Education and Development Conference*. Cedar Falls, IA. Retrieved from <http://ecrp.uiuc.edu/beyond/seed/katz.html>

- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11). doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

- Krajcik, J., & Delen, I. (2017). Engaging learners in STEM education. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, nr 5(1), 35-38. Retrieved from <http://ojs.utlib.ee/ndex.php/EHA/article/view/eha.2017.5.1.02b/8467>

- Lange, A. A., Brenneman, K., & Mano, H. (2019). *Teaching STEM in the preschool classroom*. New York: Teachers College.

- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(2), 1-16. doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2

- McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Bales, S. N., Nichols, J., Kendall-Taylor, N., & Levine, M. H. (2017). *STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood*. New York: The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop. Retrieved from https://joanganzcooneycenter.org/wpcontent/uploads/2017/01/jgcc_stemstartsearly_final.pdf

- Mendoza, J. A., & Katz, L. G. (2020). Nature education and project approach. In D. R. Meier & S. Sisk-Hilton (eds.), *Nature education with young children: Integrating inquiry and practice* (2nd ed.) (pp.141-157). New York, NY: Routledge.

- Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics*. St. Paul, MN: Red Leaf Press.

- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education*, 15(1), 5-10.

- Museum of Science, Boston (2019). *EiE for kindergarten: Unit preview*. Retrieved from https://cdn2.hubspot.net/hubfs/436006/PDF_Files/EiEK%20Prep%20Lessons.

pdf?__hstc=97864128.0274f76d0e879b33312492e9a969c244.1562997404645.1580297110974.1580298594522.7&__hssc=97864128.17.1580298594522&__hstc=97864128.d3fbcd97f33d7a34df1466008b9a6872.1549572990812.1564059229532.1564064259754.318&__hssc=97864128.8.1564064259754&submissionGuid=8cf0d4f7-8d23-4b0a-a032-24d27830c5d0

■ National Research Council [NRC]. (2013). *Next generation science standards*. Retrieved from <https://www.nextgenscience.org/three-dimensions> and <https://www.nap.edu/read/13165/chaper/7#42>

■ Selly, P. T. (2017). *Teaching STEM outdoors: Activities for young children*. St. Paul, MN: Red Leaf Press.

■ Strimel, G., & Grubbs, M. E. (2016). Positioning technology and engineering education as a key force in STEM education. *Journal of Technology Education*, 27(2), 21-36. Retrieved from <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v27n2/strimel.html>

■ Tank, K. M., Moore, T. J., Pettis, C., & Gajdzik, E. (2017). *Picture STEM: Design Paper Basket*. Purdue University Research Foundation. Retrieved from http://picturestem.org/wp-content/uploads/2017/07/PictureSTEM-Designing-Paper-Baskets_July-2017.pdf

■ US Department of Education. (2016). *STEM 2026: A vision for innovation in STEM education*. Retrieved from https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM-2026_Report_2016.pdf

■ Weidel-Lubinski, M. (2020). STEM in outdoor learning. In L. E. Cohen & S. Waite-Stupiansky (eds.), *STEM in early childhood Education* (pp. 182-205). New York, NY: Routledge.

■ Worth, K. (2020). Science in early learning environment. In L. E. Cohen & S. Waite-Stupiansky (eds.), *STEM in early childhood Education* (pp. 3-21). New York, NY: Routledge.

■ Zan, B. (2016). Introduction: Why STEM? why early childhood? why now? *In STEM Learning with young children: Inquiry teaching with ramp and pathways* (pp.1-7). New York: Teachers College Press.