

結合知識建構社群之戶外植物觀察課程對大學生學習成效、
學習動機與認知負荷之影響

The Effect of an Outdoor Plant Observation Course
Integrating Knowledge Building Communities on University
Students' Learning Achievement, Motivation, and Cognitive

Load

吳欣¹ 陳湘繁²

WU, HSIN¹ CHEN, SHIANG FAN²

¹ 國立臺灣科技大學 應用科技研究所 博士生

¹Graduate Institute of Applied Science and Technology,
National Taiwan University of Science and Technology,
PhD Student

Email: renatass923@gmail.com

² 國立臺北大學 通識教育中心 副教授

²Center for General Education, National Taipei University,
Associate Professor

Email: schen@mail.ntpu.edu.tw

摘要

本研究旨在探討於戶外植物觀察課程中導入知識建構社群(Knowledge Building Communities, KBC)策略，對學習者在學習成效、學習動機與認知負荷之影響。研究採單組前後測之實驗設計，並以 iNaturalist App 作為行動學習工具，研究對象為台灣北部某國立大學通識課程「校園植物認識」之 34 名學生。實驗為期十二週，包含前五週傳統導覽式教學、前測、後五週導入 KBC 策略及後測一週。研究結果顯示，KBC 策略介入後，學習者之內在學習動機顯著提升，認知負荷顯著下降，且對學習成就較低之學習者在學習成效上亦有顯著成長。本研究結果可作為未來設計戶外環境教育課程之參考。

關鍵字: 戶外教育、知識建構社群、行動學習

Abstract

This study aimed to explore the effects of incorporating the Knowledge Building Communities (KBC) strategy into an outdoor plant observation course on students' learning achievement, learning motivation, and cognitive load. A one-group pretest-posttest experimental design was adopted, and the iNaturalist App was utilized as a mobile learning tool. The participants were 34 undergraduate students enrolled in a general education course titled "Campus Flora" at a national university in northern Taiwan. The 12-week intervention included one week of pretesting, five weeks of traditional guided instruction, five weeks of KBC-based instruction, and one week of posttesting. The results showed that after the implementation of the KBC strategy, students' learning motivation significantly increased, their cognitive load significantly decreased, and students with lower initial learning achievement demonstrated notable improvement in learning performance. The findings of this study provides important insights that can inform the design of outdoor environmental education programs.

Keywords : Outdoor Education, Knowledge Building Communities, Mobile Learning

壹、前言

保育生物多樣性與維護生態系統穩定是環境教育的重要核心內容，而戶外教學結合實地觀察，已被認為是引導學生深入認識自然環境的有效方式之一(Patel & Ehrenzeller, 2023)。透過在真實情境中的觀察與互動，有助於學生發展環境敏感度、提升學習動機，並促進對生物特徵的深入理解。然而，戶外教學經常受到天候、噪音、場地限制與人力資源等外在因素的影響，使教學流程與學生的學習專注度面臨挑戰(D'Amato & Krasny, 2011)。

數位科技在戶外教育中的輔助潛力日益受到重視，隨著行動裝置的普及，學生使用手機或平板進行資料查詢與觀察紀錄的能力提升。然而，在實際課堂中，學習工具常因攜帶不便、紀錄流程繁瑣，或與教學節奏不一致，導致學生難以有效整合觀察與學習(van Kraalingen, 2021)。若缺乏適切的科技支援，學生的參與度可能下降，進而影響其反思與知識統整的深度。當課程內容涵蓋大量物種且複雜度提高時，若完全依賴學生自行記錄，不僅在時間安排上具有相當挑戰，也可能導致紀錄不完全或錯誤，進而產生理解困難與錯誤辨識等問題，最終影響整體學習成效(Peffer, Bodzin, & Smith, 2012)。

本研究於大學自然科學通識課程中導入強調社群參與與知識共構的教學策略，結合具備觀察、紀錄與分享功能的數位平台，建構一個能促進學習者參與、對話與反思的學習環境，以檢視在教學內容龐雜、學習時間有限的情境下，藉由

科技輔助與社群互動是否能有效支持學生的知識建構歷程，降低因遺漏或紀錄不全而影響學習成果的風險。此外，數位學習平台的互動性提供了學生課後回顧與複習的機會，亦期能有助於延續課堂學習的效益。

本研究旨在探討於戶外植物觀察課程中導入知識建構社群(Knowledge Building Community, KBC)教學策略後，學生在學習成就、學習動機與認知負荷三個面向的表現是否有所改變。因此，本研究提出以下三項問題：

- (1) 使用傳統導覽式的學習方式與導入 KBC 策略的學習方式，在學習成效上是否有顯著差異？
- (2) 使用傳統導覽式的學習方式與導入 KBC 策略的學習方式，在學習動機上是否有顯著差異？
- (3) 使用傳統導覽式的學習方式與導入 KBC 策略的學習方式，在認知負荷上是否有顯著差異？

貳、文獻探討

知識建構社群 (Knowledge Building Communities, KBC)

知識建構社群(KBC)強調學生透過共同參與和持續改進知識來深化理解與創造新知識。這一模式由 Scardamalia 與 Bereiter (1994)提出，聚焦於學生如何在社群中生成新知識，而非僅僅學習既有知識。其核心概念是以電腦輔助的知識建構為基礎，支持學生參與集體知識建構的過程。

在知識建構社群中，知識建構被視為一種集體活動。每位成員都承擔推動社群知識進步的責任(Collective Responsibility)，並透過共享社群知識庫來促進對話與合作(Slotta & Najafi, 2013)。學習者需要讓自己的產出(如想法或作品)具備意義且易於他人理解(Brown & Campione, 1994)，並接受來自同儕的挑戰與回饋。課程中產出的成果會被彙整為共享的社群知識庫，供所有成員評估、改進與重用。在此模式下，教師的角色為具備專業知識者、引導者與協作者(Slotta, Quintana, & Moher, 2018)。教師透過引導與支援，幫助學生建立有效的知識建構流程，並促進學習社群的發展。

參、系統介紹

本研究使用 iNaturalist 應用程式作為 KBC 的學習工具(圖 1)，結合行動學習與集體探究社群的優勢，為學生提供一個即時互動與記錄觀察的學習平台。iNaturalist 是一款專為自然生態觀察設計的應用程式，使用者可以透過拍攝植物或動物的照片、加註說明與地點，將其上傳至平台，並利用內建的人工智慧技術和全球自然愛好者社群的協作，快速辨識物種名稱及提供相關資訊。



圖 1. iNaturalist 物種上傳介面

使用者端在行動裝置 app 中的介面如圖 2 所示，教師在平台上開設專案，學習者在專案中分享觀察記錄，並在同儕的觀察紀錄中鑑定以及反饋。

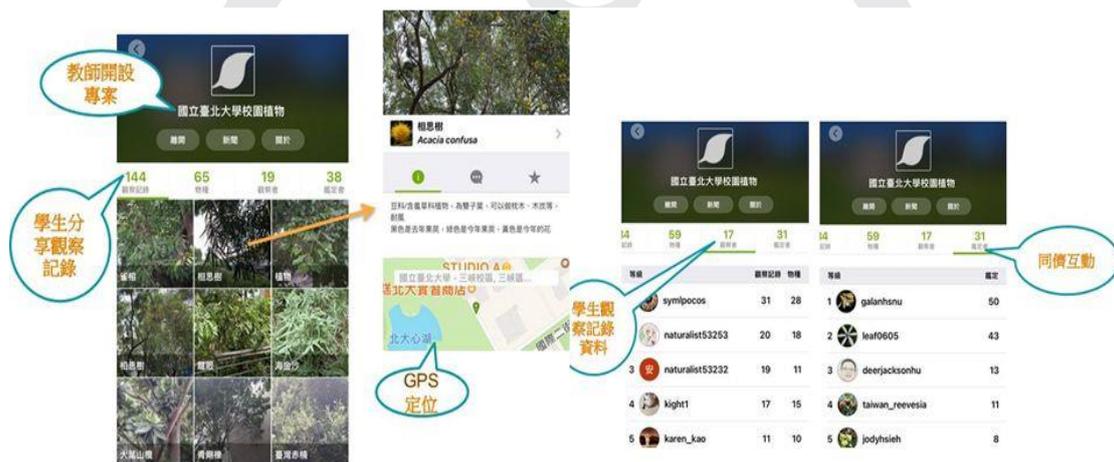


圖 2. iNaturalist 使用者端介面

肆、實驗設計

一、研究方法

本研究採用單組前後測實驗設計(One-group pretest-posttest design)，旨在探討結合知識建構社群的戶外植物觀察課程，相較於傳統講述法學習方式，對學習者的學習成效、學習動機及認知負荷的影響。

二、研究對象

本研究對象為北部某大學開設的通識選修課程「校園植物認識」的大學部學生，共 34 人，這些學生來自不同科系和年級，學習背景多元。課程主要安排於

校園的戶外空間，旨在讓學生認識校園內多達 150 種植物物種，提升其對植物多樣性的了解，並具備基本的植物特徵辨識與物種識別能力。同時，課程也著重於幫助學生理解植物在生態系和生活文化中的功能與價值。

三、 流程

實驗流程如圖 3 所示，實驗總期程為十二週，分為兩個教學階段，以探討在戶外植物課程中導入知識建構社群(Knowledge Building Community, KBC)策略對學習成效、學習動機與認知負荷之影響。

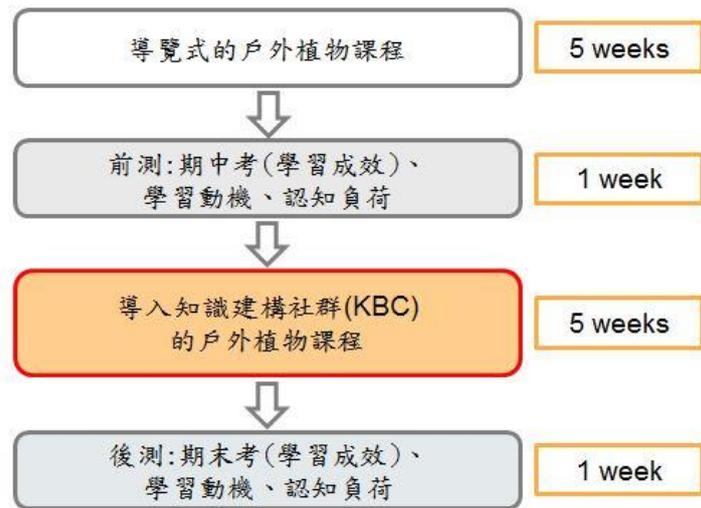


圖 3. 實驗流程圖

前五週採用傳統導覽式的教學方式進行，透過教師實地導覽的方式進行植物的觀察與學習。第六週實施前測，包含期中測驗(學習成就)、學習動機量表與認知負荷量表。

實驗的第七至第十一週，導入 KBC 教學策略，結合數位平台進行知識共構活動，鼓勵學生主動觀察、提出問題、交流觀點並反思學習歷程。第十二週實施後測，包含期末測驗(學習成就)、學習動機與認知負荷量表，以比較學生在兩個不同教學階段中的學習表現差異。

四、 研究工具

(一) 學習成效

本研究以課程中的期中考與期末考成績作為學習成效前測與後測之評量工具，兩次考試的題目與內容不相同，測驗皆為 25 題單選題，每題 4 分，滿分為 100 分。試題內容涵蓋植物圖片辨識、植物特性、植物的生態角色以及與人文環境之關聯等。

(二) 學習動機

學習動機量表採用 Wang 與 Chen (2010)根據 Pintrich 等人(1991)所開發的問卷，包括內在動機與外在動機兩個面向，各由三個題目組成，範例如：「在本課

程中，我偏好能引起好奇心的教材，即使有難度也無所謂」及「在家人、朋友、老師或他人面前展現優秀能力對我而言非常重要」。使用李克特 5 點量表，1 分表示非常不同意，5 分表示非常同意。

(三) 認知負荷

認知負荷量表採用 Hwang、Wu 與 Chen (2013) 所編製的問卷，包括心智負荷五題與心智努力三題，範例如：「我花了很大的心力，才能回答這個學習活動中的問題」以及「在這個學習活動中，教學方式或教材內容的呈現對我而言較為吃力」。使用李克特 5 點量表，1 分表示非常不同意，5 分表示非常同意。

(四) 訪談

參考 Hwang、Yang、Tsai 與 Yang (2009) 的訪談問題，採用半結構式訪談設計，邀請所有參與課程的學生進行個別訪談，以深入了解其學習經驗與想法，範例如：「這種學習方式你覺得你獲得最多的是哪部分？學到最多的是哪部分？」以及「在參與課堂活動的過程中，是否感到挑戰或困難？」

伍、結果

一、學習成效

為探討學生在課程中的學習成效，本研究以期中考成績作為前測，期末考成績作為後測，並以相依樣本 t 檢定進行分析。結果如表 1 所示，學生的前測與後測成績平均分別為 68.11 分與 69.29 分，標準差分別為 20.46 分與 21.68 分， t 值為 -0.44，無顯著差異 ($p > .05$)。此結果說明學習者無論是使用傳統導覽或是導入 KBC 策略的學習方式，在學習成效並未有顯著差異。

表 1. 學習成效之相依樣本 t 檢定結果

	N	Mean	S.D.	t
前測	34	68.11	20.46	-0.44
後測	34	69.29	21.68	

進一步分析不同成就學生的表現差異，根據前測成績進行分組，選取前 27% 成績較高的學生作為高成就組 ($N = 8$)，另選取後 27% 成績較低的學生作為低成就組 ($N = 8$)，並分別對不同成就之學生進行相依樣本 t 檢定。分析結果如表 2 所示，低成就學生的前測與後測平均分數分別為 50 分與 71 分，標準差分別為 8.82 分與 10.42 分， t 值為 -7.49，達到顯著差異 ($p < .001$)，且後測高於前測，這表明低成就學生在導入 KBC 策略後，成績顯著提升。高成就學生的前測與後測平均分數分別為 90.5 分與 85.5 分，標準差分別為 5.21 分與 7.98 分， t 值為 1.93，未達顯著差異 ($p > .05$)，這表明高成就學生在導入 KBC 策略後的學習成效並未有顯著的改變。

表 2. 不同學習成就學習者學習成效之相依樣本 t 檢定結果

		N	Mean	S.D.	t
低成就學習者	前測	8	50	8.82	-7.49 ^{***}
	後測	8	71	10.42	
高成就學習者	前測	8	90.5	5.21	1.93
	後測	8	85.5	7.98	

^{***} $p < .001$

根據上述統計結果可說明，導入 KBC 的學習策略有效的提升低成就學習者的學習成效，然而，對於高成就的學習者未有顯著的效果。

二、學習動機

學習動機的分析結果如表 3 所示，內在動機的前測平均數為 3.35，標準差為 0.78；後測平均數為 3.54，標準差為 0.75。使用相依樣本 t 檢定的結果顯示 t 值為 -2.53，具有顯著差異($p < .05$)，且後測高於前測。然而，在外在動機方面，前測平均數為 3.31，標準差為 0.86，後測平均數為 3.32，標準差為 0.94，兩者之間的差異未達顯著水準($t = -0.074, p > .05$)。根據上述結果可說明，導入 KBC 的學習方式有效提升了學習者的內在動機，而外在動機則無顯著差異。

表 3 學習動機相依樣本 t 檢定結果

		N	Mean	S.D.	t
內在動機	前測	31	3.35	0.78	-2.53*
	後測	31	3.54	0.75	
外在動機	前測	31	3.31	0.86	-0.074
	後測	31	3.32	0.94	

* $p < .05$

三、認知負荷

為探討導入 KBC 策略之教學方式對學生認知負荷的影響，本研究以相依樣本 t 檢定分析學生在教學前後的認知負荷差異。由表 4 結果可知，前測之認知負荷平均數為 2.53，標準差為 0.66；後測平均數為 2.23，標準差為 0.56。統計結果顯示兩者之間的差異達顯著水準($t = 2.7, p < .05$)，且後測數值低於前測，此結果說明導入 KBC 的策略能有效降低學習者的認知負荷。

表 4. 認知負荷之相依樣本 t 檢定

	N	Mean	S.D.	t
前測	31	2.53	0.66	2.7*

後測	31	2.23	0.56
----	----	------	------

* $p < .05$

四、訪談

在質性訪談分析中，研究者整理學生在使用 KBC 策略過程中的經驗與觀點，歸納出四項主要主題。首先，「知識完整性」反映學生透過他人的觀察紀錄或圖片補足自身遺漏，有助於學習內容的完整建構。第二，「內容精緻化」指學生為了上傳資料而整理並觀察同儕的分享內容，提升了學習的組織性與深度。第三，「系統功能與技術支持」則強調平台的 GPS 定位、影像辨識等功能，在學習過程中提供了實質協助。最後，「同儕互動與社群交流」顯示學生透過共享與觀看他人資料，產生了學習上的交流與比較，也強化了學習動機與參與感。這四項主題整體呈現 KBC 策略在知識建構、學習支持與社群互動等面向的多元效益。

表 5. 質性訪談編碼表

	說明	範例
知識完整性	透過查看他人紀錄、補充自己的遺漏，有助於建構更完整的知識結構。	S2：怕漏掉無法紀錄太清楚，可以補看別人內容。 S8、S12：像是共同筆記、可以互看筆記。
內容精緻化	學生為了上傳物種訊息，更認真統整資料，呈現內容更有系統。	S18、S22：先看別人上傳的東西。 S2、S4、S12、S23、S37：上傳前會確認、整理、輸入文字幫助理解
系統功能與技術支持	系統特定功能（如 AI 辨識、GPS 定位）提供了學習輔助。	S15：ios 系統的備忘錄沒定位，app 有定位輔助。 S23：AI 辨識植物，有助於確認上傳物種正確性。
同儕互動與社群交流	平台促進學生間的交流與共同學習，打破傳統單向傳授模式。	S11：從原本教師講述的單向教學轉變為同儕間交流。 S23：在通識課堂中，原本不認識的同學間也能互動。

陸、討論與結論

綜合量化數據、質性訪談內容與研究者的教學觀察結果，本研究發現 KBC 策略在不同類型學習者之間的適應性存在明顯差異。對於高成就學生而言，KBC 策略的影響較為有限，這類學生多已具備良好的知識建構方式與學習習慣，對課程內容的掌握度也相對較高，因此即便未使用 KBC 平台，也能依靠自身的筆記

與經驗應付評量。訪談中，包括 S3、S11 與 S15 等學生皆表示，「只看自己筆記就足夠」、「只是為了完成作業才使用平台」，甚至認為「即使不使用 app 也可以考得很好」。另有學生(如 S32)認為考試題型相對簡單，並未花費太多時間準備，反映出他們對額外學習資源的依賴性較低，也說明 KBC 策略對其學習成效的促進有限。

相較之下，低成就學生在 KBC 策略的輔助下呈現明顯的學習成效提升。透過平台上他人所提供的觀察影像與筆記內容，學生能有效補足自身在課堂上未能記錄或理解的部分。多位學生(如 S22、S26、S30)指出，瀏覽同儕的紀錄有助於他們在複習時釐清重點與回憶遺漏資訊，進而強化記憶與理解。KBC 所建構的共享學習環境，提供了低成就學生一個參照與補救的資源管道，使其能在原有學習基礎上獲得額外支持，並有效應用於考前準備，最終在學習成效上有顯著進步。

在學習動機方面，量化結果顯示，導入 KBC 策略能顯著提升學生的內在動機，而外在動機則未呈現顯著變化。KBC 策略強調學習者主動參與與集體知識建構的歷程，能促進學生對學習活動的認同與投入感，質性訪談結果進一步印證了此一趨勢。許多學生在訪談中表示，透過主動查找資料、觀察自然環境或整理筆記以供上傳，促使他們更投入學習歷程。例如 S6 表示「會自己去找植物，有自學的感覺」，並指出看到其他同學分享成果會激發自己的參與意願，展現出一種自主而積極的學習態度。S30 則因期中考表現不理想而調整學習策略，開始更主動觀察與記錄植物，反映出其內在動機的轉化與增強。

相對而言，外在動機的變化則較為有限。部分學生明確指出，其參與 KBC 的動機主要來自課程要求或評分壓力。例如 S08 與 S14 皆提及「如果沒有規定就不會分享」，顯示在缺乏明確誘因或獎勵的情境下，外在動機並未獲得進一步提升，這可能與 KBC 策略本身重視內在參與與社群交流有關，較少依賴額外的強化機制，如積分、排名或外部回饋。因此，本研究中的 KBC 實施方式主要促進了學習動機的內化，強調個人意義與社群參與，而非依賴外在誘因而驅動學習行為。

在認知負荷的部分，量化結果顯示學生在導入 KBC 策略後，其認知負荷有明顯下降的趨勢。這項結果說明，KBC 策略在課堂學習情境中，確實能有效協助學生管理資訊與減輕學習壓力。在植物觀察與辨識課程中，學生需於有限的時間內認識並記憶大量物種特徵，若缺乏有效的組織方式與外部支援，極易產生資訊過載與學習焦慮。

質性訪談資料亦支持此一發現。多數學生認為 KBC 平台提供的共享筆記與圖像，能有效補足個人學習時的疏漏。S2 指出，「有其他人的可以看，這樣更完整」，表明在複習與記憶過程中能藉由同儕資源補強自身不足。S4 則認為透過平台功能，不必再仰賴人際關係或主動詢問同學，即可獲得需要的資訊，有效簡化學習歷程中資料蒐集的負擔。

此外，有部分學生(如 S23、S12)提到，為了將資料上傳到平台，他們會主動

整理與分類所蒐集的資料，並進一步進行內容的反思與重組。這樣的行為實際上促進了學習內容的結構化與精緻化，有助於知識的內化與長期記憶的形成，也間接降低了因應付考試或大量訊息而產生的壓力與焦慮。可見，KBC 策略在提供社群支援的同時，也鼓勵學生進行更有組織的認知處理歷程，進而達成降低認知負荷的教學目標。

柒、研究限制與建議

本研究採用單組前後測的研究設計，雖可初步了解學生在導入 KBC 策略後的學習變化，但由於缺乏控制組以作對照，研究結果較難排除其他外在變項的干擾。未來研究建議可採用實驗組與控制組的設計，以提升研究結果的信度與推論效度。

在質性資料分析部分，本研究主要以主題歸類方式對學生的回應進行初步分析，雖能概括主要經驗與感受，但尚未深入探究學生在知識建構歷程中所展現的認知行為與互動特徵。未來研究可進一步採用更細緻的內容分析法，如編碼學生言談中出現的認知層次、學習策略或社會互動模式，將有助於更全面理解 KBC 策略在不同學習階段與不同學習者之間的實際運作機制。

此外，鑑於部分學生仍以外在誘因為主要參與動機，未來研究可考慮結合遊戲式學習(gamification)元素，例如積分、徽章、排名等激勵機制，以提升學生的參與感與外在動機，進一步強化學習者在 KBC 平台中的互動意願與知識貢獻度，拓展教學策略的實施效益。

誌謝

本研究獲得教育部「教學實踐研究計畫」補助，特此誌謝。

參考文獻

- Brown, A. L., & Campione, J. C. (1994). Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (Chap.9, pp.229-270). Cambridge, MA: MIT press/Bradford Books.
- D'Amato, L. G., & Krasny, M. E. (2011). Outdoor adventure education: Applying transformative learning theory to understanding instrumental learning and personal growth in environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 42(4), 237-254. <https://doi.org/10.1080/00958964.2011.581313>
- Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013), A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses, *Computers & Education*, 69, 121-130.

- <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.008>.
- Hwang, G. J., Yang, T. C., Tsai, C. C., & Yang, S. J. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for conducting complex science experiments. *Computers & Education*, 53(2), 402-413.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.02.016>
- Patel, J., & Ehrenzeller, C. (2023). Nature as a peace educator: Toward inner peace through learning and being in natural environments. *The Journal of Environmental Education*, 54(5), 294-305.
<https://doi.org/10.1080/00958964.2023.2261389>
- Peffer, T. E., Bodzin, A. M., & Smith, J. D. (2012). The use of technology by nonformal environmental educators. *The Journal of Environmental Education*, 44(1), 16-37. <https://doi.org/10.1080/00958964.2012.688775>
- Pintrich, P. R., et al. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ).
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265-283.
https://doi.org/10.1207/s15327809jls0303_3
- Slotta, J. D., & Najafi, H. (2013). Supporting collaborative knowledge construction with Web 2.0 technologies. In C. Mouza & N. Lavigne (Eds.), *Emerging Technologies for the Classroom* (Chap.9, pp. 93-112). New York: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4696-5_7
- Slotta, J. D., Quintana, R. M., & Moher, T. (2018). Collective inquiry in communities of learners. In F. Fischer, C. Hmelo-Silver, P. Reimann, & S. Goldman (Eds.), *The international handbook of the learning sciences* (Chap.30, pp.308-317). Routledge.
- van Kraalingen, I. (2021). A systematized review of the use of mobile technology in outdoor learning. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, 23(3), 203-221. <https://doi.org/10.1080/14729679.2021.1984963> °
- Wang, L. C., & Chen, M. P. (2010). The effects of game strategy and preference-matching on flow experience and programming performance in game-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(1), 39-52.
<https://doi.org/10.1080/14703290903525838>