

教育研究集刊

第六十一輯第三期 2015年9月 頁105-121

# 學習科學之核心議題與研究趨勢

## Learning Sciences: Core Issues and Research Trends

曾正宜

### 壹、前言

國立清華大學於2010年8月1日正式成立亞洲第一個以學習科學為名且公開招生的研究所，以長期以來依附於教育框架下的學習議題為教學研究的核心，一方面呼應國際間以學習觀來思考教與學之本質的思潮（Biesta, 2009），另一方面也積極面對未來世界中，以學習力而非知識量定勝負之競爭型態（韓明媚，2010）中所涉及的學習議題。學習科學領域雖在歐美已有二十多年的歷史，在國內相關討論卻仍非常稀少，諸如學習科學是什麼？它與教育研究有何不同？等質疑仍不絕於耳，故本文盼藉由介紹學習科學的核心議題與研究取向來探討這些問題。

### 貳、從教育觀到學習觀

隨著社會經濟型態由工業經濟逐漸轉變為知識經濟，資訊科技爆炸性的成長已讓世界發展變得難以預料。過去光靠掌握幾個關鍵成功因素即可存活或繁

榮的硬性演化論 (hard evolutionary theory) 已不再適用，取而代之的是軟性演化論 (soft evolutionary theory)，主張物種發展的機制極難預測，因有太多因素與互動關係都會決定發展狀況，且其影響隨情境而異。於是，能成功生存者未必是「最適者」(the fittest)，而是最能不斷反思與自我修正，發展能因應、甚至能影響或改變生態條件之新策略的組織 (Sundbo, 2003)。個人與組織是否具有競爭力的關鍵也不在於能儲存多少知識量，而在於是否具有學習力 (韓明媚, 2010)。如要提升學習力，並協助學生發展出能駕馭、甚至創造知識的能力，教學便需強調藉由深刻理解與反思並連結情境脈絡，進行整合、評價、對話與創造等深度的學習活動 (Sawyer, 2014a)。事實上，國內教育界歷年來不斷地推出建構式數學、活化教學、合作學習、學習共同體、甚至翻轉教學等教學革新，無一不是希望能跳脫在教室內為準備標準化測驗而去精熟零散、無反思、去脈絡化、去情境化的惰性知識，以及複製過去經驗範例的知識填鴨模式，以便幫助學生成功因應未來多變而多元的競爭型態。可惜的是，這些革新作為雖有滿腹理想憧憬，卻常缺乏深刻的學習認識做為其論述與設計的基礎。結果，在面臨升學制度這個難以解構的教育框架時，抽象的理想無法為實務提供有力的支持，二者漸行漸遠、甚至背道而馳。因此，往往在風潮過後，有些成為過眼雲煙不再提起，有些則留下毀譽參半的遺憾。

從達標導向的知識獲取訓練到能力導向的深度學習發展，二者之間存在著以服膺某一外在目的為本質的「教育觀」與強調內在成長與變化的「學習觀」的差別 (Biesta, 2012)。教育觀點源自於將教育的對象視為不成熟且有待訓練的個體，教師是知識的擁有者，故必須透過教導與規範等單向影響的力量，訓練學生達到個人成長及社會發展之雙重目的 (吳清山、林天祐, 2008；施宜煌, 2014)，如表1。也因這種目的性，讓原本依循自然步調與方向發展的學習，被加以組織性與結構性強化，因而變得聚焦、有效率，也更迅速 (Sidorkin, 2011)。教學主義 (Instructionism) (Papert, 1993) 便是藉由細分知識內容以利系統性與順序性的傳遞，並以測驗確保成效的教學工法，期能為工業社會大量、快速且準確地訓練所需人才。

表1

## 教育觀與學習觀的比較

	教育觀	學習觀
學習者	不成熟且有待訓練的	每人都有不同的先備經驗與認知模式
目的	教育是為了達到個人與社會發展的雙重目的	學習無所謂好壞，不服務特定外在目的
方法	教導與規範，由外在單向影響內在	引導個人建構，強調人際與情境間的雙向互動與影響
教學者	知識擁有者，主導教學過程	有經驗的學習者，輔助學習者成長

然而，在此觀點下，學習的主體性被掩蓋在教育的支配性與目的性之下，而所謂的學習成效也被教學成效所替代。當世界進入創新的年代（innovation age）時（Sawyer, 2014b），聚焦變成侷限，效率與快速造成膚淺，過度功利與流程掌控的教學導致被動學習態度與僵化的思考模式。於是，藉由精密規劃達標導向之教育思維受到知識建構能力啟發導向之學習思維嚴厲的挑戰。一時之間，大量教育相關概念被改以學習的語言來表達。例如：將教師稱為學習的協輔者、教育稱為提供學習機會或經驗、教學稱為學習引導、學校稱為學習場域、學生稱為學習者等等。Biesta（2009, 2012）將這股風潮稱之為教育的學習化（learnification of education），此風潮不但凸顯出將學習的概念長期依附在教育思維架構下所造成之教學重點錯置，因而引發種種在此架構下無解的學習問題（如被動、淺層學習、缺乏創意與解決問題能力等），更顯示跳脫此框架回歸學習本質，深刻理解學習歷程與機制的重要性。在此風潮之中，最顯著與最具指標性的一股力量，便是學習科學領域的崛起。

## 參、學習科學

學習科學（learning sciences）這個名稱確立於1989年，而其研究傳統最早也只回溯到1970年代（Sawyer, 2014b）。與其說學習科學是個獨立的科學領域，它更像是一群研究者與教學實務工作者，針對學習本質、學習成效與學習環境的研究，透過對話建立共享資產（如論述、研究方法、輔助工具等）所形成的

專業社群（Wenger, 2000）。目前這個社群最主要是由成立於2002年的學習科學國際社會（International Society of the Learning Science, ISLS）支援辦理兩個研討會——學習科學國際研討會（International Conference of the Learning Sciences, ICLS）與電腦輔助協作學習國際研討會（Computer-Supported Collaborative Learning, CSCL），以及兩本學術期刊——*Journal of the Learning Sciences*及*Internal Journal of Computer Supported Collaborative Learning*，做為學術交流的平臺（<http://www.isls.org>）。

基本上，學習科學的論述建立在從「教育觀」到「學習觀」之間的移轉，以及提升學習成效、改善學習環境設計與建構學習理論之上。學習科學家以教育工程（eduneering）一詞來強調在複雜情境中對於學習進行設計、執行、評量與再設計等系統性與遞迴性研究的重要性，並以後現代解構與批判思維重新確立學習研究的主體性。Nathan與Alibali（2010）指出，學習科學旨在研究四個目前教育與認知理論尚未能有效解決的問題：一、銜接研究與實務之間的落差；二、為教與學提出有效診斷與處方；三、解決在研究真實情境中學習方案介入時，缺乏適當分析與評量方法的問題；四、更完整、確實地呈現個人的學習與行為和自然、社會、文化世界、符號及科技資源之間的互動。在面對這些問題時，學習科學的核心思維及其論述基礎大致可以下述兩個視角、三層認識觀以及四個派典來說明。

## 肆、兩個視角

學習科學家認為，要充分瞭解學習，便需將學習活動放置於兩個視角下來觀察：一、跨越領域藩籬，探求學習全貌；二、真實情境學習，還原學習原貌。如下所述。

### 一、跨越領域藩籬，探求學習全貌

學習是生物的本能，也是生存的必要條件。許多研究證實，包括人在內的許多生物體在出生之前就已具備學習能力，甚至展現出某些學習行為（如Bednar & Miikkulainen, 2003; Darmaillacq, Lesimple, & Dickel, 2008; Moon, Lagercrantz, &

Kuhl, 2013)。愈高等的生物影響學習的因素愈複雜，而人類的個人生理、心理與所處的社會情境皆會影響學習的發生、歷程與成果。Nathan與Alibali（2010）以時間軸來匯整行為的各層面及相關研究，包括不到一秒的神經與生理、數秒內的心理與認知、數分鐘至數小時的推理思維、數小時至數日的社會與發展運作、數月以上的組織文化活動，以及跨越時間刻度的系統性研究。這個時間軸為學習提供了一種從生理到認知再到社會文化等脈絡性的認識觀，但若要對於學習有更完整的理解，便需再結合與利用方法或工具來提升學習品質、改善學習情境以及深描學習成效相關的學習科技、資訊科學與設計科學等領域（如圖1）。這些領域皆單獨為學習的樣貌提供某一視角，但單一視角及其背後的研究框架往往造成對於學習局部片面的詮釋。只有跨越時間刻度（垂直整合）以及跨越領域藩籬（水平整合），進行統整與系統性研究，才能深化學習理論的建構，為學習提供更立體而整全的詮釋（Sawyer, 2014a）。

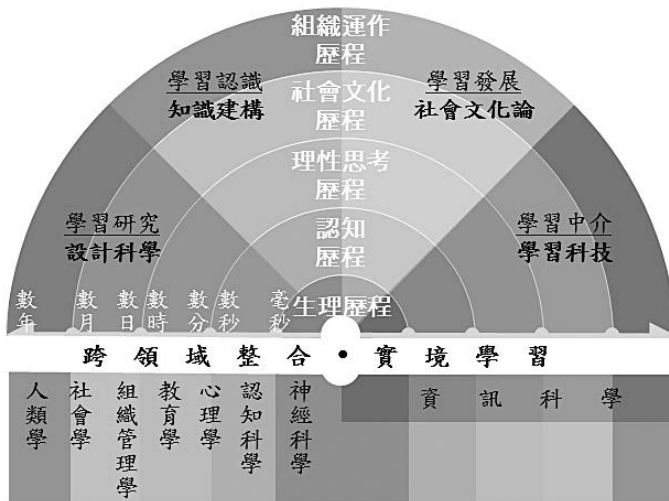


圖1 學習科學統整不同學科領域中的學習相關研究

## 二、真實情境學習，還原學習原貌

要培育某學科領域的人才，最直接有效的方式就是讓學習者嘗試實際參與

該領域專家所從事的專業實務，藉此學習該領域的專業訓練。實境學習已成為美國許多近代教育標準的基石（Sawyer, 2014a）。研究發現，從事實境活動對於學習有許多助益，包括學習者能較順利地將所學從學習場域遷移到真實世界，能提高學習動機，能更成功地運用所學於未來，能更有效地理解或認識學習目標等（Edelson & Reiser, 2006）。Shaffer與Resnick（1999）認為，真實性（authenticity）是在教學法的某些面向與某種重要的教育經驗之間產生一致性，並指出真實性學習的四種一致性：（一）主題與學習意願一致（個人真實性）：對於學習者個人而言有意義的學習。（二）活動與外在世界一致（世界真實性）：與學校以外真實世界有關聯的學習。（三）探究或方法與學科實務一致（學科真實性）：提供機會以某特定領域之思維模式來思考的學習。（四）評量與教學一致（真實性評量）：評量方法確實反映學習歷程的學習。然因這些真實性各有其侷限與問題，故Shaffer與Resnick強調「厚真實性」（thick authenticity）的重要，即在學習環境中需同時包含這四種一致性。

## 伍、三層認識觀

簡而言之，學習是一種行為潛能上產生相對持久性的改變（Kimble, 1961）。引發這種改變的刺激來自於人們所存在的世界，於是，世界的本質決定了刺激的本質。再者，刺激傳達的方式決定了產生改變的管道與方法。最後，當人們接收到刺激之後，處理該刺激時所運用的心智架構決定了改變的本質。學習科學家對於世界、方法與心智架構各有其系統性論述，而此三層次結構也提供了對於學習內容、學習歷程與學習時的心智運作一套系統性的認識觀。

### 一、三個世界

Popper（1972）提出了三元世界的概念：第一世界是物質世界，是由物理實體（physical entities）所組成，例如：動植物、砂石星辰、鐳射或其他物理能量等。第二世界是人類的心理與精神世界，是由主觀經驗所組成，包括意識、情感、思想、心理秉性與潛意識等。第三世界則是人類心智活動的產物，即由運思的內容所組成，例如：語言、故事、工具、科學理論、社會組織或藝術品等，



可以實體或非實體形式呈現。Popper認為，掌握第三世界產物與該產物所依附之實體是相互獨立的，例如：Michelangelo的雕刻品「垂死的奴隸」（the dying slave）既是一塊大理石（第一世界），也是Michelangelo心智創作的產品（第三世界）。此外，科學的或其他形式的問題不論有沒有被注意，都是客觀地存在，然而，嘗試發現這些問題過程中所產生的思維，則獨立於該問題本身之外（Popper & Eccles, 1977）。許多關於創新、知識表徵與建構的理論，皆建立在此第三世界的概念之上（Scardamalia & Bereiter, 2006）。

## 二、三種方法

學習可以在非意識或意識的狀態中發生，而意識狀態下的學習又可分為非計劃性與計劃性兩種，三種學習模式分別稱為隱性學習（implicit learning）、非正式學習（informal learning）與正式學習（formal learning）。其中，隱性學習不需經過認知與意識即可發生，而習得的知識也不易由言語表達，諸如態度與刻板印象、動覺反應、幼兒模仿、語言句法學習等。非正式學習發生在正式教學設計之外、人與人及人與情境之間的互動中，其發生與成效因人而異，但通常同時涉及認知與情意、社會與自我等因素。正式學習則發生在個人與某種設計過的學習環境與教學方法的互動中。如何透過設計發展諸如調適性專業（adaptive expertise）、為未來學習準備（preparation for future learning）、學習如何學習（learning to learn）等能力，皆是目前學習研究中的重要議題。學習科學旨在統整這三種型態的互動，以更全面性地呈現學習發生的系統與脈絡（Bransford et al., 2006）。

## 三、三種心智架構

Lipponen、Hakkarainen與Paavola（2004）整理文獻後提出三個不同學習的心智架構，包括：

（一）獲取模式（acquisition framework）：人的心智是知識的容器，學習是將容器填滿的過程，而知識是個人心智所擁有的資產。

（二）參與模式（participation framework）：知識並非存在於世界上或個人腦袋裡，而是在人們參與社會文化活動時，與社群成員及情境互動的過程中產

生。此學習過程除了產生知識，也會影響個人的人格與自我定位。於是，學習不光只是一種獲得知識的認識論（epistemology），也是一種型塑個人與社會組織環境的本體論（ontology）。

（三）創造模式（creation framework）：以知識翻新理論（Scardamalia & Bereiter, 2006）與展化學習論（Engestrom, 2009）為代表，前者以Popper之第三世界為基礎，將知識視為運思的原料，藉由協作將原料翻新為更進化與精緻化的運思產物；後者藉由展化學習循環，個人與組織重新構思其活動系統與目標，進而轉化活動系統並產生新的動機與活動目標。

## 陸、四個派典

Kuhn（1969）指出，一個領域發展趨於成熟的徵兆就是該領域發展出派典（paradigm），並藉由研究派典發展出進一步的研究。派典為某一科學社群成員所廣為接受的研究範例或模型，包括定律、理論、應用或工具等，並藉此提供研究的議題、工具、方法與前提（Lehnert, 1984）。這些範例或模型建構出社群成員用來理解與探討科學的共同架構，又稱為學科基質（disciplinary matrix）。將這個概念套用在學習科學領域，則至少有四個學習科學社群成員共同持有，且做為學習科學論述之基本架構的派典：探討知識發生與學習機制的建構論（Postholm, 2015）、闡述學習科學研究方法的設計科學（Design-Based Research Collective, 2003）、強調學習是由人與人及人與情境互動中產生的社會文化論（Fox-Turnbull, 2015），以及運用方法及輔具中介學習互動以提升學習品質與環境設計的教學科技（Koschmann, 1996）。

### 一、知識建構

Piaget認為，所有的學習都是藉由調適或同化基模來解決認知失衡而發生，建構論於是認為知識與意義是由個人透過經驗所構築之基模的詮釋而投射到世界，而非客觀而獨立地存在世界上（Duffy & Jonassen, 1992）。Piaget建構論（constructivism）的重點在於維持內部認知平衡，可說是以原認知基模同化新刺激為主導的內向建構觀。相對地，Papert（1991）提出constructionism，強調在情



境中藉由有意識地投入某事物的構築，讓基模與外在世界碰撞之後產生變化，經此變化動態達成新平衡之以調適為主導的外向建構觀（Ackermann, 2001; Kafai, 2006）。在這兩種不同視角的建構論基礎之上，學者們提出不同建構觀點來探討不同教與學的本質，例如：Geelan（1997）以個人／社會及客觀主義／相對主義兩向度、四象限整理出文獻中六種不同的建構論（personal constructivism、radical constructivism、social constructivism、social constructionism、critical constructivism、contextual constructivism），Moshman（1982）提出exogenous、endogenous與dialectical constructivism等三種建構論。若要進一步探討基模的本質以及建構的歷程與內涵，則需借助研究人們心智運作機制的認知科學（cognitive science）研究（如Minsky, 1975）。

## 二、設計科學

設計科學旨在評量學習成效、分析學習環境以找出成功與失敗的教學創新作為，並運用科學知識來設計出最佳學習環境（Confrey, 2006）。就研究方法而言，學習科學基本上是強調質性與量化資料分析之相互查核與佐證。但為了整體性探討在複雜社會與科技環境中所產生的深度學習，學習科學研究常會蒐集大量影音資料，運用諸如人類學的人物誌或社會學的民俗方法學與對話分析等研究方法，對每個時刻裡所發生的學習、行為與互動進行互動分析（Enyedy & Stevens, 2014）。然而，設計科學不只觀察與描述這個世界，更藉由系統性地改變與設計學習情境，研究在以某方法為本所設計的情境下所引發出之特定形式的學習，以達到創新或改進學習理論以及教學實務的目標。反覆測試與修正學習情境設計的作法，不僅反映了科學研究之實驗設計的精神，也期待藉此產出一些能廣泛運用到其他學校與課室教學的新理論、成品或實務專業（Barb, 2014; Barab & Squire, 2004; Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer, & Schoube, 2003）。

## 三、社會文化論

Vygotsky（1978）主張，人們在社會互動的過程中共同建構知識，並將之內化，進而刺激知識與認知的發展。因人的行為皆鑲嵌於情境中，且受到文化歷史或組織等因素的影響，學習不是個人在隔絕的狀態下兀自進行的心智活動，

而是在與複雜的社會情境互動的過程中，相互交織與彼此影響而發展出來的。學習於是可視為成為某一社群成員，以某種身分定位存在，體驗某種意義，以及操作某種實務的歷程（Wenger, 1998）。其他如鷹架理論（Wood, Bruner, & Ross, 1976）、非正式學習（Crowley, Pierroux, & Knutson, 2014）、情境認知（Henning, 2004）、分散認知（Pea, 1993）、專業社群（Wenger, 1998）、認知師徒（Collins, 2006）、協作學習（Dillenbourg, Baker, Blaye, & O'malley, 1996）、活動理論（Engestrom, 2009）及知識翻新（Scardamalia & Bereiter, 2006）等理論皆在此觀點的基礎上，進一步詮釋學習如何在學習者與社會文化情境互動的過程中發生與提升。

#### 四、學習科技

電腦與資訊科技融入教學或納入課程已是趨勢，過去遵循教學主義（Instructionism）思維而發展的電腦輔助教學已證明是無效的（Cuban, 2001）。學習科學研究指出，讓電腦扮演好輔助學習的角色，運用適當的學習理論與策略，並釐清其所涉及的學習機制，才能善用電腦科技可產生具像化、互動、操作、設計、創造、反思、分享、合作、共構等經驗，以及提供巨量資訊的特質，協助學習者發展深度學習及提升學習成效（Sawyer, 2014a）。除了跨越各種時空、實體與虛擬等界線之外，學習科技能個別實現與無縫融合上述三個世界、三種方法與三種認知結構下的學習行為與活動（Sharples & Pea, 2014），以及落實派典，例如：運用科技設計學習環境以落實實境學習，透過電腦輔助合作學習（Computer Supported Collaborative Learning, CSCL）（Stahl, Koschmann, & Suthers, 2006）促發個人與群體知識建構，以及營造社群專業對話翻新知識詮釋等。無論從資源、方法、工具、平臺或環境等角度，或以教者、工具、受教者（Taylor, 1980）等角色，學習科技研究如何中介學習活動，才能達到深化學習、創造知識與終身學習等結果。

為瞭解以上視角、認識觀與派典如何反映在學習科學的研究中，筆者做了一個簡單的詞頻搜索，看看現在學習科學領域的期刊論文最常引用的概念如何呼應上述論述架構。

## 柒、學習科學重要概念

一般書籍為方便讀者搜尋，通常會將書中最重要的概念整理成關鍵字指引。*The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (CHLS, 2014) 是目前學習科學領域最具代表性的論文集，該書的關鍵字也代表學習科學領域最核心的概念。另一方面，*Journal of the Learning Sciences* (JLS) 是學習科學領域最具代表性的期刊。筆者以CHLS的主要關鍵字（共962個），排除如learning、students、schools等一般性概念之後，逐一搜尋JLS自2003~2006年（93篇）、2007~2010年（67篇）及2011~2014年（83篇）三年段裡的所有論文，先將每篇論文的參考文獻部分移除後，找出每個關鍵字分別出現在幾篇論文的正文之中，再除以總篇數得到出現的頻率，觀察同一概念分別在三年段的論文中出現頻率的變化。之後，將各年段裡的出現次數相加，再除以12年總篇數（共243篇），選出頻率最高的前20個關鍵字，得到表2的結果。表2中的星號（\*）所標示者為自第一年段到第三年段出現頻率不斷上升的關鍵字，顯示該概念在研究論文中愈來愈受重視的趨勢。

表2

在2003~2014年JLS論文出現頻率最高的20個CHLS關鍵字

排序	關鍵字	出現頻率 (%)	排序	關鍵字	出現頻率 (%)
1	inquiry	53	11	conceptual understanding	27*
2	technology	51	12	prior knowledge	26*
3	assessment	49*	13	social interaction	24
4	reflection	49*	14	argumentation	23
5	engagement	46*	15	negotiation	23
6	learning environments	44	16	monitoring	20
7	feedback	42	17	games	19
8	collaboration	37*	18	conceptual change	17
9	motivation	37	19	collaborative learning	16*
10	scaffolding	33	20	knowledge building	16

表2大致呼應前述學習科學領域的研究取向，可進一步分類如下：一、社會學習：collaboration、collaborative learning、scaffolding、social interaction、feedback、argumentation、negotiation。二、知識建構：inquiry、reflection、conceptual understanding、prior knowledge、monitoring、conceptual change、knowledge building。三、學習環境設計：learning environments、games。四、學習科技：technology。五、評量：assessment。六、學習投入：engagement、motivation。

## 捌、未來研究趨勢

就學習研究內涵而言，Bransford等人（2006）指出三個極富潛力的方向，可藉由合作與概念激盪對於跨領域的學習理論有更進一步的瞭解：一、超越個人層次，研究在情境生態社會文化中互動的學習。二、關注學習中情意與動機的中介影響。三、擴展對於學到什麼的概念。除了學術內容之外，諸如調適性專業、後設認知、專業洞察力、對學習情境的敏銳度等都是研究學習成果的重要面向。

在這些研究取向之外，Sawyer（2014b）藉由想像在學習本位的觀點下未來學校、教師與學習者的理想樣貌，指出學習科學研究可繼續努力的方向。他指出，學習科學研究的最終目的是要藉由學習環境的設計來提升學習成果。而今，世界已進入創新的時代，其成功的關鍵在於不斷地突破現況與創新知識。故學校教育必須重新建構，跳脫制式學習、教師為唯一專家、標準化測驗與知識只存在腦中等教育思維，強調發展深度學習與調適性專業，才能因應創新時代的需求。其中，教師不再是知識的傳播者，而是扮演類似律師、醫師、顧問等專業的知識工作者，利用科技與領域教學知能為學習者個別學習需求提供專業指引。教室不再只是桌椅黑板的組合，而是能讓學習者從事實情境問題解決，鼓勵自主性與創意的學習環境。課程安排不再一味地遵循各學科壁壘分明由簡入繁的順序，而是重新找出能引導學習者思考與解決問題之深度學習的邏輯。而學習科技也不再只是在現有學習結構中外加的獨立應用工具，而是著眼於設計與建構整個學習環境，以利上述變革得以落實的系統。

然而，回歸學習本位，以擁抱個別差異為起點，重構學習環境與學習歷程的

思維終究難免與根深蒂固的教育思維扞格。一如Biesta（2009, 2012）所言，教育不等於學習，其最基本差異在於教育是目的論實務（teleological practice），是為某特定理由及意圖產生某結果而去獲得某知識的學習。相對地，學習強調歷程，不需被特定內容或目的所框架。教育的目的性就其為社會經濟文化等面向之整體發展提供所需人才或教化公民素養等而言，或有其必要性，但我國升學制度與其英才治理（meritocracy）思維所構成難以顛覆的教育框架，卻成為學習科學所秉持後現代主義去中心、多元、自主、差異與重構理性等核心價值（簡成熙，2003）難以落實於教學實務的最大限制。這也是歷年各種教育改革作為最後常流於重形式輕本質，然後無疾而終的原因之一。

「現在仍在學校就學的孩子們，畢業後所從事的工作中60%尚未被發明」（The Express Tribune, 2013）是目前廣為流傳的預言之一。這說明科技發展帶動文明社會疾速變遷，未來世界的機會與前景，即教育為孩子所描繪的學習目標，愈來愈難以掌握。如若此言不假，那麼升學框架下長年所累積出該學什麼、怎麼學、為什麼學、用多少時間學等經驗論述能為未來競爭所提供的參考價值便相當有限。於是，由終點規劃歷程而輕忽起點的教育思維，便需給予深描與經營起點與歷程，並因勢導出終點的學習思維更大的空間。藉由社會參與及學習之展化與翻新，將學習者分殊的學習模式與需求轉化為知識解構與重構的動能，讓多元智能與創意思維不再只是結構化教學中刻意安插的裝飾，甚至意外倖存的異數，而是被積極培育，進而發展出能適應甚至帶領未來多變世界的學習體質。由此觀之，如何能藉由學習研究結果，扭轉功利與理性主義之教育與政策思維，建構真正能適性揚才的學習環境與歷程，實為學習科學研究重要的使命與挑戰。

DOI: 10.3966/102887082015096103004

## 參考文獻

- 吳清山、林天祐（2008）。教育本質。教育資料與研究雙月刊，82，193-194。
- 施宜煌（2014）。教育的本質：從教育的目的、功能與歷程探析之。大葉大學通識教育學報，13，51-64。
- 韓明媚（2010）。學習力：沒有學習力，就沒有競爭力。臺北市：就是文化。

- 簡成熙（2003）。創新教學的哲學省思：從分析到後現代。《教育研究集刊》，49（3），143-171。
- Ackermann, E. (2001). *Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference?* Retrieved from [http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20\\_%20Papert.pdf](http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf)
- Barb, S. A. (2014). Design-based research: A methodological toolkit for engineering change. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (2nd ed., pp. 151-170). New York, NY: Cambridge University Press.
- Barab, S. A., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- Bednar, J. A., & Miikkulainen, R. (2003). Learning innate face preferences. *Neural Computation*, 15, 1525-1557.
- Biesta, G. (2009). Good education in an age of measurement: On the need to reconnect with the question of purpose in education. *Educ Asse Eval Acc*, 21, 33-46.
- Biesta, G. (2012). Philosophy of education for the public good: Five challenges and an agenda. *Educational Philosophy and Theory*, 44(6), 581-593.
- Bransford, J. D., Barron, B., Pea, R. D., Meltzoff, A., Kuhl, P., Bell, P., Stevens, R., Schwartz, D. L., Vye, N., Reeves, B., Roschelle, J., & Sabelli, N. H. (2006). Foundations and opportunities for an interdisciplinary science of learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 19-34). New York, NY: Cambridge University Press.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Collins, A. (2006). Cognitive apprenticeship. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (pp. 47-60). New York, NY: Cambridge University Press.
- Confrey, J. (2006). The evolution of design studies as methodology. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (pp. 135-151). New York, NY: Cambridge University Press.
- Crowley, K., Pierroux, P., & Knutson, K. (2014). Informal learning in museums. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed., pp. 461-478). New York, NY: Cambridge University Press.
- Cuban, L. (2001). *Oversold and underused: Computers in the classroom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.



- Darmaillacq, A., Lesimple, C., & Dickel, L. (2008). Embryonic visual learning in the cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Animal Behaviour*, 76, 131-134.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., & O'malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. In E. Spada & P. Reiman (Eds.), *Learning in humans and machine: Towards an interdisciplinary learning science* (pp. 189-211). Oxford, UK: Elsevier.
- Duffy, T. M., & Jonassen, D. H. (1992). Constructivism: New implication for instructional technology. In T. M. Duffy & D. H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction: A conversation* (pp. 1-16). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Edelson, D. C., & Reiser, B. (2006). Making authentic practices accessible to learners. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (pp. 335-354). New York, NY: Cambridge University Press.
- Engestrom, Y. (2009). Expansive learning: Toward an activity-theoretical reconceptualization. In K. Illeris (Ed.), *Contemporary theories of learning: Learning theorists... in their own words* (pp. 53-73). New York, NY: Routledge.
- Enyedy, N., & Stevens, R. (2014). Analyzing collaboration. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (2nd ed., pp. 191-212). New York, NY: Cambridge University Press.
- Fox-Turnbull, W. (2015). Conversations to support learning in technology education. In P. J. Williams, A. Jones, & C. Bunting (Eds.), *The future of technology education* (pp. 99-120). Singapore: Springer.
- Geelan, D. R. (1997). Epistemological anarchy and the many forms of constructivism. *Science & Education*, 6, 15-28.
- Henning, P. H. (2004). Everyday cognition and situated learning. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology-theoretical foundations* (pp. 143-167). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kafai, Y. B. (2006). Constructionism. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (pp. 35-46). New York, NY: Cambridge University Press.
- Kimble, G. A. (1961). *Conditioning and learning* (2nd ed.). New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
- Koschmann, T. (1996). Paradigm shifts and instructional technology. In T. Koschmann (Ed.),

- CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm* (pp. 1-23). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kuhn, T. (1969). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Lehnert, W. (1984). Paradigmatic issues in cognitive science. In W. Kintsch, J. Miller, & P. Polson (Eds.), *Methods and tactics in cognitive science* (pp. 21-49). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lipponen, L., Hakkarainen, K., & Paavola, S. (2004). Practices and orientations of computer-supported collaborative learning. In J. Strijbos, P. Kirschner, & R. Martens (Eds.), *What we know about CSCL, and implementing it in higher education* (pp. 31-50). Boston, MA: Kluwer Academic.
- Minsky, M. (1975). A framework for representing knowledge. In P. H. Winston (Ed.), *The psychology of computer vision* (pp. 211-277). New York, NY: McGraw-Hill.
- Moon, C., Lagercrantz, H., & Kuhl, P. K. (2013). Language experienced in utero affects vowel perception after birth: A two-country study. *Acta Paediatrica, 102*, 156-160.
- Moshman, D. (1982). Exogenous, endogenous, and dialectical constructivism. *Developmental Review, 2*, 371-384.
- Nathan, M. J., & Alibali, M. W. (2010). Learning science. *Wiley Interdisciplinary Reviews, 1*(3), 329-345.
- Papert, S. (1991). Situating constructionism. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 1-14). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York, NY: Basic Books.
- Pea, R. (1993). Practice of distributed intelligence and designs for education. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations* (pp. 88-110). New York, NY: Cambridge University Press.
- Popper, K. R. (1972). *Objective knowledge: An evolutionary approach*. Oxford, UK: Clarendon Press.
- Popper, K. R., & Eccles, J. C. (1977). *The self and its brain*. Berlin, Germany: Springer.
- Postholm, M. B. (2015). Teachers' professional development: A theoretical review. *Educational Research, 54*(4), 405-429.
- Sawyer, R. K. (2014a). Introduction: The new science of learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The*

- Cambridge handbook of learning sciences* (2nd ed., pp. 1-18). New York, NY: Cambridge University Press.
- Sawyer, R. K. (2014b). The future of learning: Grounding educational innovation in the learning sciences. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (2nd ed., pp. 726-746). New York, NY: Cambridge University Press.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (2nd ed., pp. 97-115). New York, NY: Cambridge University Press.
- Shaffer, D. W., & Resnick, M. (1999). "Thick" authenticity: New media and authentic learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 10(2), 195-215.
- Sharples, M., & Pea, R. (2014). Mobile learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (2nd ed., pp. 501-521). New York, NY: Cambridge University Press.
- Sidorkin, A. M. (2011). On the essence of education. *Stud Philos Educ*, 30, 521-527.
- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. D. (2006). Computer-supported collaborative learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (pp. 409-425). New York, NY: Cambridge University Press.
- Sundbo, J. (2003). Innovation and strategic reflexivity: An evolutionary approach applied to services. In L. V. Shavinina (Ed.), *The international handbook on innovation* (pp. 97-114). Oxford, UK: Elsevier Science.
- Taylor, R. P. (1980). Introduction. In R. P. Taylor (Ed.), *The computer in school: Tutor, tool, tutee* (pp. 1-10). New York, NY: Teachers College Press.
- The Express Tribune. (2013). *Reforming education: "Application of creative practices in curriculum essential for learning."* Retrieved from <http://tribune.com.pk/story/610424/reforming-education-application-of-creative-practices-in-curriculum-essential-for-learning/>
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Wenger, E. (2000). Communities of practice and social learning systems. *Organization*, 7(2), 225-246.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 17, 89-100.

期刊徵稿：<http://www.edubook.com.tw/CallforPaper/BER/?f=oa>

高等教育出版：<http://www.edubook.com.tw/?f=oa>

高等教育知識庫：<http://www.ericdata.com/?f=oa>