

Maker 教育理論與實踐

楊孟山

國立臺北科技大學技術及職業教育研究所博士生

林宜玄

國立臺北科技大學技術及職業教育研究所助理教授

一、前言

近年來由於快速成型的新技術蓬勃發展，從雷射切割、CNC 機具到 3D 列印機等，讓原型設計開發和製造業創業的成本大幅降低，縮短了產品測試、修正、監控的歷程，使客製化得以實現，也打開了製造業的新局面（Kraft, 2014）。2005 年美國《Maker》雜誌創刊，雜誌創辦人戴爾·道弗帝（Dale Dougherty）提出 Maker 一詞，泛指一群擁抱 DIY、手做的族群，把想法實踐出來的人，這群人具備酷愛分享、享受動手做樂趣的特質，可以指涉工程師、藝術家或任何動手做東西的人。他表示「Maker 這個詞是非常完美的中性字眼……創造者（Creator）或發明家（Inventor）都有比較特定的意思，Maker 一詞的範圍非常廣泛，正因為它夠廣泛，我們才可以包容這麼多不同的族群」。狹義而言，「自造者」與「創客」在中文上之定義不盡相同，「自造者」為純粹抱持好玩心態、樂於手做的一群人，「創客」則是把「自造」和「創業」作連結，把「自造者運動」（Maker Movement）商業化的一群人，他們急於自造、創新、創業。由於目前華人圈對於「自造者」與「創客」二字眼，不加以區分，無論「自造者」或「創客」英文原文均為 Maker（張舜芬，2015）。

親子天下 2014 年 7 月號封面故事「動手做開啟真學習」，正式將「Maker」概念，從美國舊金山教育現場帶回臺灣，開啟了教育新觀點。文章中提到，二十一世紀「動手做」已被定調為教育與人才的關鍵內涵，「Maker」成為未來人才關鍵字，透過動手做能夠培養創新的能力，獨立自主思考的能力、主動的動機與解決問題的能力。本研究將以教育觀點，定名採「自造者」一詞。從建造論談自造者運動觀點，從自造者運動影響教育生態，以及自造者教育如何落實於高中職課程。

二、建造論(Constructionism)與自造者教育

2016 年辭世的著名數學、學習理論家 Seymour Papert 教授被譽為「自造者運動之父」（Martinez & Stager, 2013, p.17），Papert 同時也是創立 LOGO 程式語言的人，在麻省理工學院創辦了著名的人工智能實驗室和媒體實驗室，是人工智慧領域的先驅者之一（Papert, 2017）。Papert 自從 1950 年代開始追隨皮亞傑(Piaget) 做研究，他延續並修正皮亞傑的認知學習理論，他對皮亞傑的觀點有不同的詮釋。Papert 認為經由適切的環境協助，可以更快提昇兒童的智能，也就是他更強調「科技資源」在教學上的應用。同時，Papert 是整個認識論與學習研究群的領導

者，他所提出的建造論 (Constructionism) 是以皮亞傑的建構論 (Constructivism) 為理論架構來源 (施能木，2008)。

(一) 建構論

無論在哲學上、心理學上或教育學上，屬建構主義 (Constructivism) 派別者採用「建構 (construct)」一詞，是指他們對何謂知識 (knowledge) 與知識的形成 (how knowledge is bluit) 有其特別的主張。而在教育上的建構主義可概觀的劃分為個人的建構觀 (personal construct) 和社會的建構觀 (social construct) 兩大主流 (李咏吟，1998)。其中，心理學家皮亞傑和維高斯基 (Vygotsky) 的認知發展理論，特別受到教育學者們熱烈地討論和研究 (幸曼玲，1996；Steffe & Gale, 1995)，常與建構主義的主張相提並論。因此，我們將說明他們的教育觀點如后：

1. 皮亞傑的建構觀點

在皮亞傑的理論中，認為知識是認知個體主動的建構，而不是被動的接收或吸收。因此，知識是由互動中建構而來，學習是一種將經驗有意義化的社會過程 (黃國鴻，2000)。因此，皮亞傑認為：認知是一種建構作用，人們為了適應生存中的環境，還藉著天賦或基模來認知外在環境，同時也藉由「同化」(assimilation)、「調適」(accommodation) 的作用，以建構出有助於適應環境的知識。上述「同化」係指個體能將新知識納入既有的認知

基模 (cognitive schema)，而「調適」係指個體既有的基模不能容納新知識，則必須改變認知結構，以建構出適應環境的新知識 (吳志緯，2002)。

根據上述內容的討論，我們可得知建構論基本上有三大原則：主動原則、適應原則與發展原則 (詹志禹，1996；von Glasersfeld, 1989)。此三大原則的進一步說明如下：

- (1) 主動原則：知識並非由認知主體被動地接受而來，而是由認知主體建造而來。
- (2) 適應原則：認知的功能是適應性的，是用來組織經驗世界，不是用來發現本體性的真實。
- (3) 發展原則：知識的成長是透過同化、調適及反思性抽取等歷程逐漸發展而成，後續知識必須植基於先備知識且受限於先備知識。

上述三大原則必須同時並存，因為單純強調「主動原則」，雖然可以跳脫傳統知識論中的「接受觀 (received view)」，卻容易墮入理性主義 (rationalism)、天生論 (innatism) 以及觀念論 (idealism) 等別一端的陷阱，必須輔以「適應原則」，才能使建構論另闢蹊徑，在先天與後天之間尋找互動的可能。但是，若忽略了「發展原則」，那麼建構將仍然不夠彰顯知識的動態性，而且不足以說明知識成長與重建的歷程。總之，必須聯合三大原則的內涵，才能使建構論的意義較為完整。

2. 維高斯基的建構觀點

人類智能的發展是來自於人與世界的互動，也就是社會互動與社會經驗的結果。維高斯基強調社會文化在學習歷程中的重要性，在歷史文化所發展的符號文字將影響學習者的發展，同時他認為發展的過程是隨著學習而產生的（黃國鴻，2000）。

根據 Wertsch（1985）的解釋，維高斯基將人類心理能力發展區分為兩個層次，透過原始的（natural）較低層次的能力，如基本的注意和感官的知覺，個體在人際間的互動和學會使用語言工具的歷程當中，便會產生思考，並且造成心靈的變化，亦即個體重新再建構和組織意義，因而轉變到較高層次的心理能力（甄曉蘭、曾志華，1997）。再者，維高斯基認為個人與外在社會互動的結果，對於個人內在認知結構的塑造及促進認知發展，扮演著重要的角色，個人認知結構是外在社會活動逐漸內化的結果。

在合作學習的過程中，學習者可透過能力較佳的學習伙伴鷹架式的協助（scaffolded support）而發展成長（Vygotsky,1978）。他進一步的提出近側發展區（zone of proximal development）的觀點，並且主張認知的發展必須要透過社會互動方面的協助，學習者本身自我發展的能力有限，但是可以透過同儕間的合作學習及有效的社會互動，提升個體認知發展的空間（鄭晉昌，2002）。基於近側發展區的觀點，教師應該在學習者發展之前，適時提供鷹架引導學習者發展潛能，讓他學得符號的意義與應用。

總而言之，建構論的認知發展研究乃是脫離行為學派而導向個體內在深層思維活動的探究，正如 Confrey（1991）所指出：建構論對於知識建構的定義乃是基於皮亞傑的心智適應的原理，是一種個人與環境互動的建構歷程。皮亞傑所闡釋的認知結構或基模的理論，正是建構教學理念描述個體知識建構的內在運思活動之最佳寫照。然而另一方面，維高斯基則從社會文化的層面出發，強調人際間的互動及文化工具（語言或符號）的使用，也為建構教學理念闡釋個體的知識建構提供了另一方面的重要基礎。

（二）建造論

1. 建造論的意涵

建造論是由 Papert 所提出的學習理論，它是 Papert 延續修正皮亞傑的建構論而提出的，此理論特別強調學習者必須有意識的從事某項公開事務的建造。因此，建造論特別強調：1.學習是主動的歷程，知識不是自然獲得的而是製造出來的，也就是學習者從經驗中主動建構知識；2.當學習者熱衷於對其個人有意義的事物時，他對新知識的建構是特別有效率。其中，第一項觀點是建立於皮亞傑的建構論之上，而 Papert 加以擴充而成為建造論（Resnick,1996）。建造論的基本理念是「從做中學」，強調學習者要從事創作外在的或可與人共享的作品。學習者所從事的活動並非都可以算是學習的活動，最重要的是此項活動要具備豐富的學習內容

(learning-richness)的本質。學習者在從事建構活動之時，可以隨時參照其成果的進展而獲得靈感與引導，並可以更具體地去操作此項實物。透過這項逐漸成形的作品，創作者可以指著某實質的一部份回溯其過去的思考，並規劃出未來的活動。此外，在設計的過程中，學習者除了規劃之外，更可藉實際動手做去測試其設計過程中的創意。在學習者的作品發展過程中，他會不斷的修改，甚至推翻原有的想法，而非只是執行公式化的程序 (Roth,1998)。

再者，由於電腦科技高度的發展，Papert (1988) 所提的建造論除強調「從做中學」的觀念外，並且認為「形式運思」的思考風格不一定優於「具體運思」的思考風格，因而提出認識多元論的主張，強調在具體的操作過程中，也可以有相同的學習效果 (吳志緯，2002)。因此，Papert 所提出的建造論是建立於兩個不同的建構 (construction) 觀念：一是學習是主動的建構新知識，而不是被動的接受；二是透過對事物的操弄，並且進一步的展現、發展，或與人分享而達到個人有意義化的建構學習 (Papert & Harel,1991)。McGrath (2000) 認為：Papert 所提的建造論是結合皮亞傑的建構論與 Lego 組件的操作而成的。即 Papert 的建造論是涵蓋皮亞傑的建構論，再加上能夠讓學習者主動操作的實物。

Papert 和 Harel (1991) 指出建構論與建造論的差異在於：建構論認為知識是由學習者建構，而非教師所提

供；建造論認為精進的創意通常會發生在學習者投入某些事物的建造、或與他人分享經驗時。建造論也支持建構論的觀點：學習者是一個主動的知識建構者，然而也強調在外在作品的建造，因這樣可讓學習者分享彼此間的創意。雖然沒有外在作品的創作，學習者仍然可以建構且表達知識，但有更多的證據顯示藉由外在作品的創作，學習者可以更互動，以及分享他們所瞭解的事物及想法。

2. 建造論應用-Maker Movement

建造論在教育上兼具有學習理論與學習策略的特性，它建立於皮亞傑的建構論。建造論認為知識不是簡單地由教師傳達給學生們，而是學習者主動的心智建構，學習者不僅是獲取創意 (ideas) 而且是開創出自己的創意 (Papert,1993)。因此，建造論主張：應該讓學習者主動地參與一些外在作品的創作，同時讓他們有機會表達自己的看法，及與他人分享想法，如此新的創意極有可能會被創造出來。

換言之，以建造論為主的學習環境，一開始就設定課程／單元目標與期望是重要的，如此學習者會清楚瞭解他們試著要獲得的內容及表現的程度。而多樣的策略就是允許學習者利用不同的方法，以解決他們所遭遇的問題；藉由展現作品及學習的討論結果，學習者可獲得回饋而來修正他們的計畫或作品；與真實世界有關的應用，可讓學習者真正學到在有意義情境 (meaningful context) 中所發生事物的處理程序(施能木，2008)。

綜上，這意味著建造論是一種支持將自造者運動聚焦於問題解決以及數位化和實物製造的學習理論。Papert 的建造論將具體的、基於產品的體驗置於人類如何學習的中心（Harel & Papert,1991）。它根源於認為學習是玩、實驗和真實探究的成果，其顯著特色是「學習是透過創造可分享的事物的行為來進行知識的建構」（Martinez & Stager,2013）。在正式和非正式學習空間中使用具體工具和程式是 Papert 建造論的產生實體，這些工具和程式包括 Logo 程式語言（Resnick et al.,2009）、樂高頭腦風暴工具包（Resnick et al.,1988）、Scratch 程式設計語言（Resnick et al.,2009）、電腦俱樂部程式（Kafai et al.,2009）等。除此之外，諸如基於專案的科學（Schneider et al.,2002）和基於問題的學習（Schwartz et al.,2001）等教育方法也強調透過創造可分享的事物的行為來進行知識的學習與建構（Halverson& Sheridan,2014）。

三、中美「Maker 教育」現況

2014 年 6 月 18 日，美國總統歐巴馬在白宮舉辦了首屆「Maker Faire」，除了將這天訂為全國自造者日（National Day of Making），6 月 12 日～6 月 18 日為美國自造週（National Week of Making）外，更提出了新政策：（1）幫助 Maker 推出新業務和創造就業機會。（2）結合全國 150 所大學和 130 間以上的圖書館，協同英特爾、迪士尼等廠商，在全美各地開設更多自造者空間，提升學生成為 Maker 的機會。（3）讓 Maker 解決大眾迫切的

問題，像是醫療、航太或是弱勢族群生活議題（Kraft, 2014）。Maker 的概念其實一直存在著，賈伯斯（Steve Jobs）在車庫中製作出第一代的蘋果電腦 Apple I 是 Maker 耳熟能詳的典範，美國不少大型企業的萌芽茁壯都和自造者有關聯，蘋果、微軟都是如此。顯見 Maker 議題對於世界最大經濟體——美國，有著舉足輕重影響力。

2014 年 3 月份行政院長對外談話，希望扶植臺灣 3D 列印產業發展，提出了在校園中建置 3D 列印設備的政策構想，並交由行政院研提具體執行方案。據此，教育主管當局研擬引進由美國 MIT 麻省理工學院發起 Fab Lab（Fabrication Laboratory，自造實驗室）的實驗室模式及其教育推廣概念，創造可供參與者自行設計製造創作作品的空間，建置 Fab Truck 行動實驗室，Fab Truck 利用租賃貨櫃進行改裝移動至各高級中等學校辦理 3D 列印校園巡迴推廣活動（教育部，2014）。教育部宣示自 2016 年起訂定每年 5 月 5 日是自造者教育週，期待動手做能增加學習與經驗，教育部也將積極促進大學與在地高國中小、產業跨域合作建立夥伴關係，推廣自造者課程與人才培育，推動各級學校自造者教育，培育學生與世界接軌的競爭力（教育部，2016a）。自 2016 年起，已於全國 11 縣市設置自造教育示範中心，期待每一縣市均能擁有資源發展自造教育，其目標係緊扣 108 課綱之課程發展。故在可預期的未來，自造教育仍將為國家重要的教育政策之一（鄭國明、王仁俊，2017）。

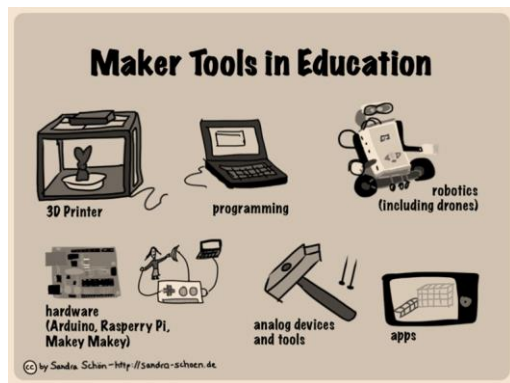


圖 1 自造者教育工具(Schön & Kumar,2014)

自造者運動被認為是「第三波工業革命」，預計將在未來十年內，顛覆製造業、社會、科技、教育、醫療的最主要的影響力之一，是一股由下而上的創新力量(楊育修，2014)。在自造者教育環境中，自造者可以使用的工具應該有哪些呢？Schön & Kumar(2014)認為 3D 列印機、Arduin 等微電腦控制器、NXT 教育機器人等平台、電腦及 App 等應用程式是必須的，如圖 1 所示。研究者綜合多篇研究，認為因自造者運動而興起的自造者教育特色如下：

(一) Maker 教育刺激傳統教育思潮

自造者係指一群酷愛科技或技術、熱衷實踐的人群，他們以分享技術、交流思想為樂。自造者文化是 DIY 文化的延伸，它在其中糅合了技術元素，自造者的興趣主要集中在以工程化為導向的主題上，例如電子、機械、機器人、3D 列印等，也包括相關工具的熟練使用，如；CNC、雷射切割機等，還包括傳統的金屬加工、木工及藝術創作。自造者運動的興起，在新課綱的科技領域，結合新工具機的科技發展下如各種 3D 數位工具機，如

3D 掃描、3D 繪圖、3D 列印、切割、雕刻及相關成形科技的研發，如；硬化、燒結、積層等，讓製造的流程有別於傳統製造方式。此外，資訊科技的普及發展網路社群與分享機制將許多製造的知識在社群中得以傳播，問題也可以在社群中獲得解答與運用。(鄭國明、王仁俊，2017)。

(二) 資訊設備賦予自造教育基礎

自造教育從早期純仰賴手工的工藝教育，迄今借助電腦及資訊設備的應用，而愈發呈現多元面向。換言之，資訊教學設備的普及乃自造教育成長的重要助力。但資訊教育非等同自造教育，資訊科技 (Information and Communication Technologies, ICT) 非常廣泛地應用於教育，改變了教學與學習模式，科技教學資源的應用也促使自造教育朝更多元的發展(鄭國明、王仁俊，2017)。

(三) 透過 3D 列印技術來強化建模能力

Kaiser & Sriraman(2006)認為學生在建模(modelling)的過程中，必須妥善應用科學與數學等不同領域的知識，以解決其所面臨的真實情境問題，因此，建模是工程設計歷程的重要關鍵。如能搭配 Thingiverse 等建模分享網站，透過前述的分析，若能在專題學習活動中融入工程設計歷程，並強化建模的重要性，對於學生而言應該有更寶貴的收穫。依據此一論點，3D 列印技術便可以在建模這個步驟中扮演重要的角色，學生可以透過 3D 列印

技術進行建模，以藉此評估設計構想的可行性，進而降低後續實際製作的可能問題（林坤誼，2017）。

四、自造教育落實於高中職課程

美國總統歐巴馬(Barack Obama)提出「教育創新」十年計畫，編列預算四億美元(約新台幣一百二十億元)，培養、訓練十萬名教師，期望提升美國學生的科學和數學能力，並且建議教師取法 **Maker** 精神，透過動手做的實際任務，整合知識，讓學習更有趣實用(賓靜蓀、林韋萱、張益勤，2014)。

教育部國民及學前教育署發佈「補助試辦國民中小學自造教育示範中心作業要點」，要求各縣市國中、小申請成立自造教育示範中心須配合開設推展自造教育相關課程，課程內涵：包括跨領域設計與製作、傳統工藝、電腦繪圖、數位自造、程式設計、機器人或機電整合等課程(教育部，2016b)。全臺已有 11 縣市設置自造教育示範中心。

Maker 精神在於主動創造，而非被動接受；鼓勵分享合作，而非競爭；從樂趣出發，動機不斷電；任何想法，都可以做出來。全世界的 **Maker** 和發明家都強調，發明不會發生在理論的研讀中，而是發生在實際動手做的過程裡，利用各種科目的理論和內容，解決真實世界的問題，有意義的發明才會發生(賓靜蓀等人，2014)。在這些「動手做」歷程中，除了讓學生學習到完整的知識外，更重要的是學生必須擁有創新的能力，獨立自主思考的能力、主動的動機與解決問題的能力。

自造者教育的屬性，對應十二年國民教育課綱在高中課程方面(廖証三，2016；薛元陽，2017；施亞辰，2017；黃蘚茹，2017)，比較偏向「生活科技」課程及「計算機概論」課程，其學科中心正搭配 108 課綱的實施及前瞻建設預算，規畫各校的自造空間教室與設備。在技術型高中課程方面，「專題實作」部定必修課程是可以著墨的地方，也可以搭配十二年國民教育課綱開設更多有關數位製造或自造議題的校定選修課程。當前的 **Maker** 教學活動相當活絡，在網路上面看到很多實作單元以及作品的分享。當 **Maker** 進到教育體制，成為正式或非正式課程時，就需要透過系統化的規劃與評鑑，來確保 **Maker** 教育的方向與效益。本文提出的 **Maker** 是十二年國教科技領域課程的策略之一，可作為參考。後續的課程發展、課程評鑑等，都還需要更多努力與投入，以確保 **Maker** 教育效果可以符合大家的期待。

參考文獻

- 李咏吟（1998）。**認知教學-理論與策略**。臺北市：心理。
- 吳志緯（2002）。**國小學生以電腦樂高進行科學學習之個案研究**(未出版碩士論文)，臺北市立師範學院科學教育研究所，臺北市。
- 幸曼玲（1996）。**皮亞傑與維高斯基的對話**。臺北市：台北市立師範學院兒童發展中心。

- 林坤誼(2017)。應用 3D 列印技術於 STEM 專題學習活動之分析。中等教育。68，2，85。
- 施能木（2008）。應用樂高教學方案在國小生活科技課程對學童創造力影響之研究（未出版之博士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 施亞辰(2017)。自造者教育教師研習課程與十二年國教科技領域課綱之關係研究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學工業科技教育學系，高雄市。
- 張舜芬（2015）。迎接自造者時代—台灣創客空間建置現狀之研究（未出版之碩士論文）。臺灣大學工業工程學研究所，臺北市。
- 教育部（2014）校園自造者運動開步走(Maker Movement Of School)— Fab Truck 3D 列印校園巡迴推廣。教育部全球資訊網。取自 https://www.k12ea.gov.tw/files/epaper_ext/ecfe7f0f-24ab-4d08-9906-c8dbcb356226/doc/Fab%20Truck%20%20%20%E6%B4%BB%E5%8B%95%E7%B4%80%E8%A6%81.pdf
- 教育部（2016a）。「自造 X 教育週-手・創自己的世代」暨「玩創春遊趣」起跑記者會。教育部即時新聞網，取自 http://depart.moe.edu.tw/ED2400/News_Content.aspx?n=E8E2E9E3E4EAE332&s=19506BCA523858E9
- 教育部（2016b）。補助試辦國民中小學自造教育示範中心作業要點。取自教育部主管法規查詢系統 <http://edu.law.moe.gov.tw/>
- 黃國鴻（2000）。以專題製作為主的電腦化學習環境之比較研究—認知取向與情境取向(未出版博士論文)，國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化。
- 黃蘚茹(2017)。自造教育示範中心之電腦輔助設計與製造教師研習與 12 年國中生活科技課綱之關係研究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學工業科技教育學系，高雄市。
- 楊育修（製作人），蔡牧民（導演）。（2014）。自造世代【影片】。（臺北市：繆思有限公司）
- 詹志禹（1996）。認識與知識—建構論 VS.接受觀。教育研究，49，25-38。
- 甄曉蘭、曾志華（1997）。建構教學理念的興起與應用。國民教育研究學報，3，179-208。
- 賓靜蓀、林韋萱、張益勤(2014)。動手做開啟真學習。親子天下。58，152-183。
- 廖証三(2016)。Maker? Maker!高中學生自造課程的學習態度（未出版之碩士論文）。國立東華大學教育與潛能開發學系，花蓮。

- 鄭晉昌 (2002)。建構主義與電腦支援合作學習環境的設計與發展。載於詹志禹編：建構論－理論基礎與教育應用，168-184。臺北市：正中。
- 鄭國明、王仁俊 (2017)。國中小學自造教育發展與現況。中等教育；68 卷 2 期，116 – 126
- 薛元陽(2017)。自造實驗室學習滿意度調查-以新北高工為例（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學工業教育學系，臺北市。
- Confrey, J. (1991). Learning to listen: A student's understanding of powers of ten. In E. von Glasersfeld (Ed.), *Radical constructivism in mathematics education* (pp.111-138). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495-504.
- Kafai, Y., Peppler, K., & Chapman, R. (2009). The Computer Clubhouse: Creativity and constructivism in youth communities. *Teachers College Press*. New York
- Kaiser, G. & Sriraman, B. (2006) A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt fu"r Didaktik der Mathematik* 38 (3), 302-310.
- Kraft, C. (2014). *White House Maker Faire Fact Sheet Has Been Released*. Retrieved From <http://makezine.com/2014/06/18/white-house-maker-faire-fact-sheet-has-been-released/>
- Martinez, S. L., & Stager, G. S. (2013). Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom. *Constructing modern knowledge press*.
- McGrath, D. (2000). *Prosem B-III Theory*. Retrieved October, 20, 2004.
- Papert, S. (1988). The conservation of Piaget : The computer as grist to the constructivist mill. In G. Forman & P. B. Pufall (Eds.), *Constructivism in the computer age* (pp.3-13). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Papert, S. & Harel, I. (1991). *Constructionism*. New York : Ablex.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York : BasicBooks.
- Papert, S. (2017, December 25). *Seymour Papert*. Retrieved from <http://www.papert.org/>
- Resnick, M., Ocko, S., & Papert, S. (1988). LEGO, Logo, and design. *Children's Environments Quarterly*, 5(4), 14–18.

- Resnick, M. (1996). *Distributed Constructionism. Proceedings of the International Conference on the Learning Sciences Association for the Advancement of Computing in Education*. Northwestern University.
- Resnick, M., et al. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67.
- Roth, W. (1998). *Designing communities*. Boston : Kluwer.
- Schwartz, P., Mennin, S., & Webb, G. (2001). *Problem-based learning: Case studies, experience and practice*. New York: Routledge.
- Schneider, R., Krajcik, J., Marx, R. W., & Soloway, E. (2002). Student learning in projectbased science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(5), 410–422.
- Schön, S., Ebner, M., & Kumar, S. (2014). The Maker Movement. Implications of new digital gadgets, fabrication tools and spaces for creative learning and teaching. *eLearning Papers*, 39, 14-25.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society : The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. Cambridge, MA.
- von Glasersfeld, E. (1989). Constructivism in education. In T. Husen & N. Postlethwaite (Eds.), *International encyclopedia of education [Suppl.]*, (pp.11-12). Oxford, England: Pergamon.
- Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge, MA : Harvard University.

