Maker 教師的培育與認證

張玉山
臺灣師範大學科技應用與人力資源發展系教授兼系主任
周家卉
臺北市石牌國中教師

一、Maker 教育推動與師資培育

(一) 新興科技是必然時勢，跨科整合的創客教育是最有力途徑

創客精神是動手、創新與分享。從原本的獲得樂趣(製作裝飾品、玩具)及解決生活問題(製作器具或修理器物)，到促進產業創新的創業人才培育與創新能力培養，創客教育已經有更大的教育意涵與人力培育實質效益。行政院推動 vMaker 計畫，希望在二〇一八年前促成完整自主的 3D 列印產業生態，並培養相關技術人才。於是，創客運動將不只是一個民間的自發性運動，也關係到未來產業技術與人力發展。

正因為創客的創新與務實特性，美國總統歐巴馬也曾公開呼籲，希望全民共同參與創客活動，激發全民創意，並希望透過 STEM（科學、科技、工程、數學）教育的整合學習，拓展專業的領域範圍，並帶動創業與產業創新(張玉山，2015, 2016)。因此，在 3D 列印、雷射切割、機器人等高科技的融入下，跨科跨域整合的創客教育是中學階段最適合最有力的策略途徑。

(二) 創客課程系統發展，確保創客教育的成功推動

在美國的德州大學工程學院、哥倫比亞大學、雪城大學等大學，以及紐約、紐澤西的中學所設置的創客空間內，大多以木工、金工、電子工與數位加工機具為主，主要支援正規課程的專題創作，也有創作社團的設立，更有自由使用的開放制度。因此，在國內的中小學階段，可以參考推動的策略包括正式課程、社團、研習、展覽與競賽、以及開放創客空間。正式課程可以透過生活科技課程、資訊課程、校本彈性課程、以及融入各科實作來進行。

生活科技課程強調創意設計製作以及問題解決，更重視機具操作與材料應用，就是一個最好的創客教育科目。校本彈性課程則可以用主題式課程或是開設專題製作的課程，讓學生進行探究與實作。至於融入各科的實作，例如多媒材的藝術創作，地理科的桌遊製作，數學量具的製作，以及實作科學活動等，都是正式課程中可以激發創造力、鼓勵動手做的教學設計(張玉山，2016)。

正因為創客教育或創客活動的多元性與知識整合特性，更需要嚴謹的課程設計，以及課程評鑑機制，來確保課程品質與實施成效。

(三) 教師的創客教學專業能力，是中學創客教育的成功基礎

在資訊快速爆炸的時代中，為了有效地提高教育品質，教師必須不斷提升核心教學、持續增進專業知識及改善教學方法，以適應學生的需求，以及新的教育要求(Kretlow, Wood, & Cooke, 2011; Khattak, Abbasi, & Ahmad, 2011)。其中，教師的專業發展，可透過參與和實踐的在職訓練中，達到不斷學習和成長，且更新與發展教師的能力，使教師在經過在職訓練後，能越來越常使用到訓練獲得的技能。(Harris & Sass, 2011; Symeou, Roussounidou, & Michaelides, 2012)。換句話說，面對新興科技的融入，面對創客教育的要求，教師必須透過各種進修管道，提升自身的專業能力，才能因應新的教育要求與學生需要。

因此，本文以臺灣師範大學師資培育與就業輔導處(臺師大師培處)及科技用與人力資源發展學系執行教育部創新自造師資培育「自造大師」計畫及北區輔導中心的工作成果，透過具體經驗的分享，介紹 Maker 師資培育及教師專業能力認證機制，供大家參考。

二、Maker 師資培育

在資訊快速爆炸的時代中，教師必須不斷提升核心教學、持續增進專業知識及改善教學方法，以適應學生的需求(Kretlow,Wood,& Cooke,2011)。且由於教師的素質決定了學生的成績，政府和學校管理人員為了有效地提高教育品質，因而須促進教師持續的專業發展(Hendriks,Luyten,Scheerens,Sleegers,& Steen,2010)。教師的專業發展包含了正規大學教育的學前教育、在職專業訓練和非正規培訓的工作經驗(Harris & Sass, 2011)。

在師資生 Maker 課程方面，本文以臺師大師培願景及理念為基礎，以專業、優質、承諾為面向與核心(臺師大師培處)，整合提出 Maker 師資培育課程的架構包含三項內涵，如圖 1：

(一) 規劃與管理：能規劃與設計 Maker 教學活動，並管控教學計畫的實施。

(二) 教學與評鑑：能進行 Maker 教學以及多元評量。

(三) 專業發展：能在 Maker 創作及教學專業上，持續發展並提出發表。

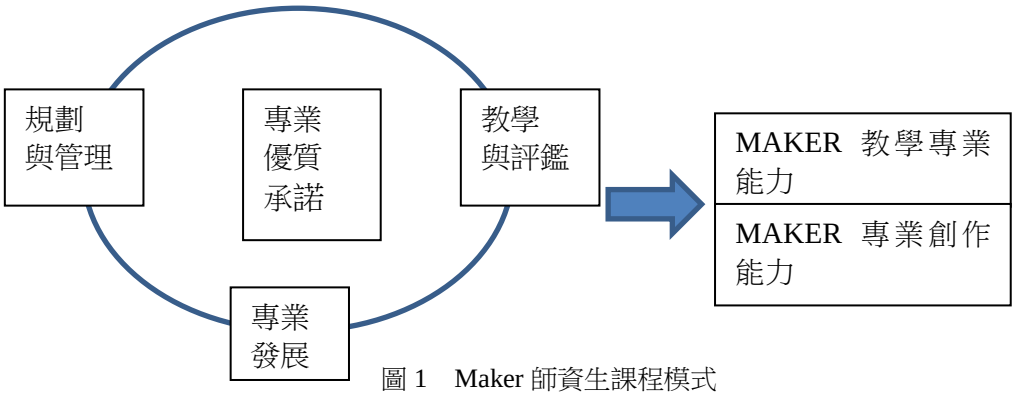


圖 1　Maker 師資生課程模式

臺師大在 2016 年開設「教育議題專題(科目代碼 00UE326)-創新自造教育」，成為教育學分的一環，師資生可以自行選修。該課程的綱要如下：

(一) 課程簡介

本課程著重在介紹創新自造(Maker)的基本創作概念、方法、與技術，內容包含設計／問題解決方法、各種工具操作技術、以及加工方法。本課程所談的自造教育，主要以木工實作、電子實作、數位加工、以及綜合創作與教具製作等主題為主，除了強調前述的相關內涵之外，本課程會更強調這些內涵在教學實務上的應用價值，以及如何設計與實施自造教學活動。

(二) 課程目標

瞭解自造與設計的方法；熟練工具的操作；瞭解材料加工的方法；具備自造的教學與應用能力

(三) 課程內容

1. 單元一 木工實作

(1) 第 1 週：1.課程介紹(木工、電子工、數位加工技術簡介；創作方法與現況介紹；創新自造教育現況、在教學與教育上的應用、與師資生應具備的創新自造能力)；工安教育；木工製圖、切削、修整、研磨、與組裝。

(2) 第 2 週：木工機具操作

(3) 第 3 週：木工機具操作與材料處理

(4) 第 4 週：木工創作實務

(5) 第 5 週：木工創作教學以及在教育上的應用

2. 單元二 電子實作

(1) 第 6 週：認識與使用基本電路元件及設備(三用電表、麵包板、電阻及色碼表、電阻串並連、電壓電流之量測)

(2) 第 7 週：認識電容與簡易電路設計(數學與科學設計的實踐、多元表徵符號的運用)

(3) 第 8 週：感光元件(光敏電阻)與應用電子玩具車理論、應用、與實作

(4) 第 9 週：Arduino 簡易電路設計(或 Inventor2 APP 手機程式設計)

(5) 第 10 週：Arduino 簡易電路應用(或 Inventor2 APP 手機程式應用)

3. 單元三 數位加工

(1) 第 11 週：3D 軟體介紹與應用：TinkerCAD、123D Design

(2) 第 12 週：3D 印表機介紹與應用(MakerBot, ATOM)

(3) 第 13 週：雷射切割機介紹與應用(金屬、非金屬)

(4) 第 14 週：CNC 工具機介紹與應用

4. 單元四 綜合創作與教具製作

(1) 第 15 週：創新自造的創作方法；教育產品及教具設計

(2) 第 16 週：作品加工與問題解決

(3) 第 17 週：作品加工與創新

(4) 第 18 週：創新自造教育在教育的應用；作品發表

本Maker 師資生課程經 2017/1/9 期末成果展，發現來自音樂、國文、公領、物理、化學、設計、科技等很多系的同學，在一學期的 Maker 教育學分課程後，期末作業表現相當優異。Maker 在各學科教學的應用，師孳生表現相當優秀。如圖 2.3.4 所示。

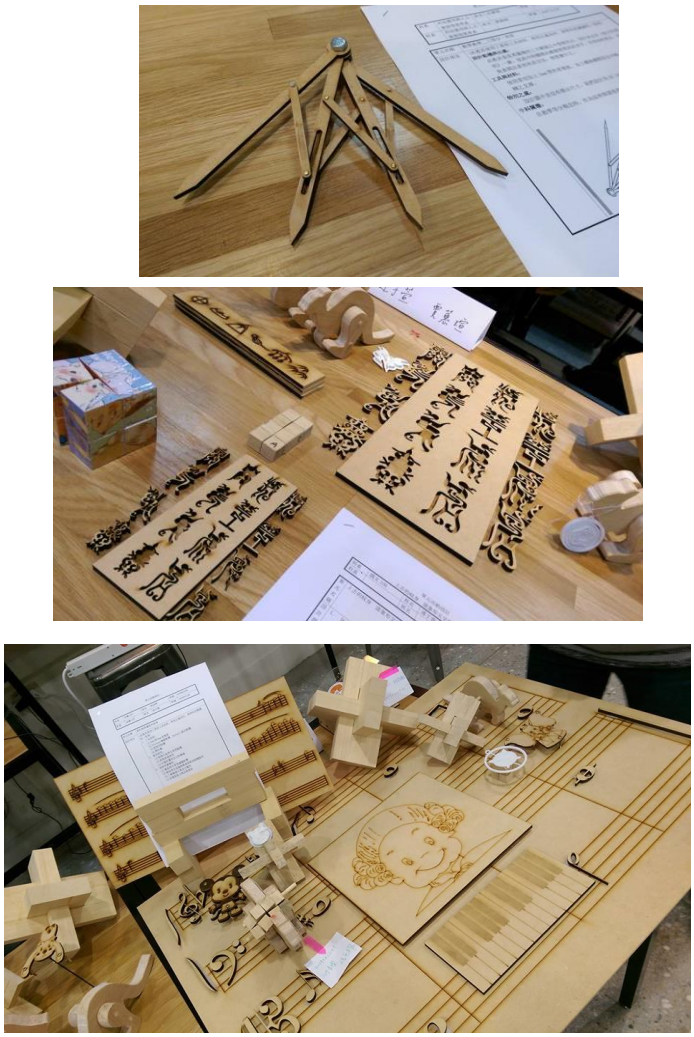


圖 2.3.4 師資生在 maker 課程中，設計製作數學、音樂、國文等科的教具

此外，教師可透過在職訓練，並從參與和實踐的活動中，達到不斷學習和成長(Chou,2010)，而在職訓練的目標在於更新和發展教師的能力及訓練後能使用新的能力。Hendriks 等人(2010)也認為教師在透過職訓練後，不僅可以提高教師效能、掌握新的知識、技能和價值觀，更能改善教學、

促進專業發展及學校的發展，最終改善教育實踐能力。

Pereira (2011)在研究中指出，在職訓練的內容可建構於四種知識論中：(一)在活動中獲得知識(隱性知識)(二)在活動中反思(思考在活動中我們做了什麼)(三)反思活動(分析活動與他的影響)(四)反思反思活動(在活動過程後分析活動特點)。使教師能於活動中提升知識與反思。

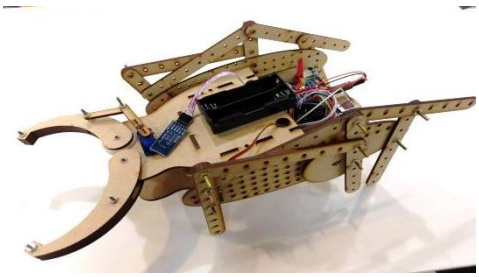
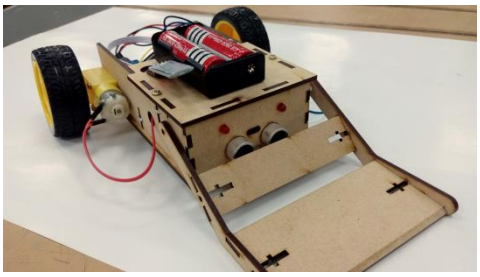
因此，本計畫所規劃的在職教師培訓包括種子教師訓練、以及在職教師培訓兩種機制。

(一) 種子教師訓練：以 Maker 教育進階教師所應具備的能力為訓練目標，開設木工、電子工、數位加工、機器人的專業技術訓練課程，以及 Maker 創意教材研發訓練。

(二) 在職教師培訓：以工作崗位訓練(On the Job Training)的理念，提供在職教師 Maker 實作知能與教學知能。內容包括木工、電子工、數位加工、機器人的實作活動；木工、電子工、數位加工、機器人的實作活動指導經驗。

表 1 Maker 教師培訓的基本單元

項次	單元描述	作品
1. 木工-雪橇狗	學習重點在造型設計與機具使用	
2. 木工-翻轉玩具	學習重點在治具模具的設計使用、電動機具使用，以及 STEAM 教學設計	

3. 木工-凸輪機構玩具	學習重點在機構設計與機能設計，機具操作、問題解決，以及教學應用	
4. 木工-自走玩具（鴨子）	學習重點在機構設計與機能設計，機具操作、問題解決，以及教學應用	
5. 機器人甲蟲	電子零件與機構組裝(藍芽模組、超音波感測、前後動力、動力夾爪)、App 與 Arduino 應用	
6. 機器人輪型車	Arduino 與程式設計應用(藍芽模組、紅外線循跡、超音波感測、蜂鳴器、LED 車頭燈、動力輪、手臂)、及問題解決	

三、Maker 教師專業認證

教師的質量將影響學生的學習成效 (Leak & Farkas, 2011; Tucker, 2011)，選擇適切且有能力的人成為教師，對於提高學校教育的效率與公平性而言，是相當重要的一環。美國國家專業教學標準協會(National Board Certified Teachers, NBCTs) (2014b)便指出，教師檢定可被視為教師行業的質量保障，為建立教師行業的管控機制 (Libman, 2012)。

以其他國家而言，法國的教師資格是先獲得教師學位，然後通過一系列由國家督學和教師審核的競爭性考試，英國的教師則須具備(1)教育的行為、態度和價值觀、(2)教育和教學的知識、(3)實踐教學的能力(Ross & Hutchings, 2003; Schuck, Aubusson, Buchanan, & Russell, 2012)。在美國，各州各自負責教師資格檢定，部分會

採用由 ETS(Educational Testing Service)發展的「實踐系列：初任教師之專業評估」(Praxis series: Professional Assessments for Beginning Teachers)，包含實踐一為測驗學術能力、實踐二為測驗一般及專業教育知識、實踐三為課堂上的表現評估，而實踐三常為深入的訪談或課堂中的參訪(Wang, Coleman, Coley, & Phelps, 2003; Youngs, Odden, & Porter, 2003)，此外，NBCTs (2014c)亦針對教師特殊專長建立了 25 項相關認證證書，證書制定標準在於：

(一) 標準 i.符合五大核心命題(NBCTs, 2014d)

1. 命題 1：教師致力於學生和學生的學習。
2. 命題 2：教師知道如何教學，及如何教這些科目。
3. 命題 3：教師負責管理和監控學生的學習。
4. 命題 4：教師系統地講述知識，並從使學生經驗中學習。
5. 命題 5：教師與學生是學習共同體。

(二) 標準 ii.定義具體須具備的知識、技能和態度，且同時強調教學的整體性

(三) 標準 iii.說明教師的專業判斷，是如何反應於行動中

(四) 標準 iv.描述標準如何因應不同的情境

綜上所述，根據英國、美國 ETS 及 NBCTs 提出的檢定方式，以及教學內容與學習層次的差異性，可將 Maker 教師檢定認證標準提列如下：

(一) 標準 1.符合 3 大核心命題

1. 命題 1：教師知道如何教學，及如何教這些科目。
2. 命題 2：教師負責管理和監控學生的學習。
3. 命題 3：教師系統地講述知識，並從使學生經驗中學習。

(二) 標準 2.定義具體須具備的知識、技能，且同時強調教學的整體性

(三) 標準 3.說明教師的專業判斷，是如何反應於行動中

(四) 標準 4.描述如何因應不同的情境。

表 2　Maker 教師專業能力認證機制

認證項目	評分項目	評分規準		是否合格
自造(設計與製作)	作品	1. 精緻度	➢ 精細程度能接近市售商品	□進階合格 □初階合格 □不合格
		2. 創新性	➢ 獨創產品、將市面上產品轉化成教學的能力	□進階合格 □初階合格 □不合格
		3. 技術層次	➢ 呈現專業的機具操作能力	□進階合格 □初階合格 □不合格
	問答	4. 商品價值	➢ 產品在教學上的運用或商品化的可能性	□進階合格 □初階合格 □不合格
		5. 製作流程	➢ 依據產品設計(工程設計)與製作過程，說明所設計產品的製作步驟	□進階合格 □初階合格 □不合格
自造教學	教案	6. 內容周延性	➢ 包含單元名稱、教學目標、教學流程、教學資源、教學評量	□進階合格 □初階合格 □不合格
		7. 教學適用性	➢ (依循課綱規範)符合各年級應學習知能	□進階合格 □初階合格 □不合格
		8. 評量適用性	➢ 以作品評量為主，具備作品評量的具體方式	□進階合格 □初階合格 □不合格
		9. 教學創新性	➢ 運用新的方法、策略與過程，使教學能夠生動活潑而富有變化，以引起學生的學習興趣、激發學生思考	□進階合格 □初階合格 □不合格
		10. 媒體運用性	➢ 媒體運用的多元性與適當性	□進階合格 □初階合格 □不合格
	問答	11. 教案特色	➢ 教學活動設計的特別之處(值得推薦與分享之處)	□進階合格 □初階合格 □不合格
		12. 設計理念	➢ 課程設計的目的與預期學生達到的效果	□進階合格 □初階合格 □不合格
	微型教學	13. 教學方法	➢ 運用適當的教學方法引導學生學習	□進階合格 □初階合格 □不合格
		14. 語言表達	➢ 清楚表達授課內容，讓學生能依說明操作	□進階合格 □初階合格 □不合格
		15. 教室管理	➢ 工具機器的安全操作	□進階合格 □初階合格 □不合格
	學生作品照片	16. 完整多樣性	➢ 呈現課程教授後學生作品數件，且能呈現作品的多樣化	□進階合格 □初階合格 □不合格

說明: 微型教學以設計與製作為重點。進階合格項目數達 10 項以上者，評定為進階及格。初階合格項目數達 10 項以上者，評定為初階及格。

本計畫要求參與 maker 教師專業能力認證者要事先繳交作品三件、教案兩件、學生作品照片若干，並透過問答與微型試教說明與展現其自造與自造教學的專業能力。並於 2017/12/25 進行第一批認證，發現整體流程設計順暢，各個評分規準也能準確地達到評量的目的，證明本認證機制是可行的、有效的。認證過程如圖 5.6.7.所示。

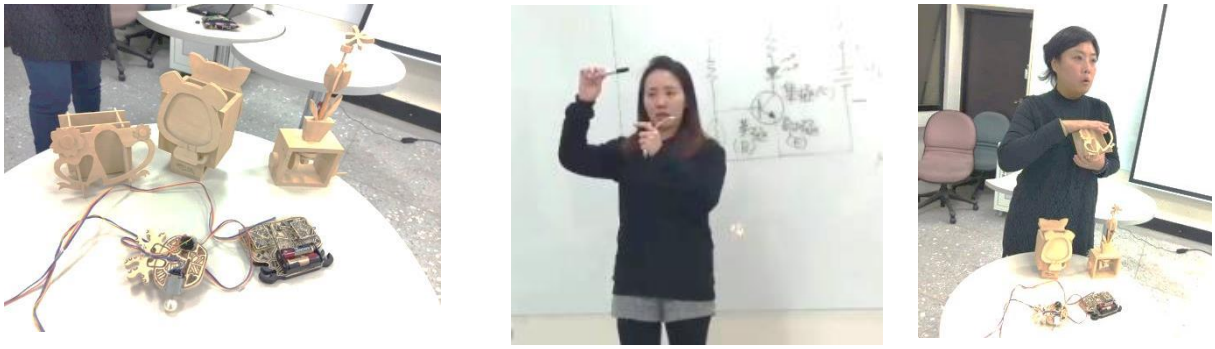


圖 5.6.7 參加認證的老師進行微型教學

四、結語

創客運動強調做、造、創(doing, construction, an innovation)的本質，與杜威在學理上提出做中學的實作與實踐觀點，不謀而合。創客教育使學習者在身體的(動手實作、實際體驗)、心智的(解決問題、設計思考、STEAM（科學、科技、工程、數學、藝術）知識)、情意的(主動的、熱情投入、接納失敗、冒險性)、社會群性(合作、分享)四個層面的獲得深層的實作與經驗學習(張玉山，2017)。創客教育的成功與否，關鍵在師資。本文從創客師資的培育到專業認證，提出規劃與實施經驗，供大家參考。但是最終的目的，還是希望能徹地落實在國中與高中的創客教育現場，因此，這些已經通過認證的創客教師，能否真正落實地推動創客教育，還需要作後續的追蹤。

參考文獻

■ 張玉山(2016)。從創客教育培養創造力、實踐力、以及承受力。**新北教育季刊，18**，14-15。

■ 張玉山(2015)（民105年1月27日）。創客教育從生活科技做起。**國語日報**，教育專欄特。

■ 張玉山 (2017)。STEAM Maker創客/自造教育的課程思維。**中等教育, 68**(2), 1-4。

■ Kretlow, A. G., Wood, C., & Cooke, N. L. (2011). Using in-service and coaching to increase teachers' accurate use of research-based strategies. *Remedial and Special Education*, *33*(6), 348–361.

■ Khattak, Z. I., Abbasi, G., & Ahmad, A. (2011). Impact analysis of the in-service teacher training programmes of the Testing and Evaluation sub-committee of the ELTR Study in Pakistan. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *15*(0), 1479-1483.

■ Symeou, L., Roussounidou, E., & Michaelides, M. (2012). "I feel much more confident now to talk with parents": An evaluation of in-service training on teacher–parent communication. *School Community Journal*, *22*(1), 65-88.

■ Harris, D., & Sass, T. (2011). Teacher training, teacher quality and student achievement. *Journal of Public Economics*, *95*(7), 798-812.

■ Hendriks, M. A., Luyten, H., Scheerens, J., Sleegers, P., & Steen, R. (2010). *Teachers' professional development: Europe in international comparison*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union.

■ Chou, C. (2010). Investigating the effects of incorporating collaborative action research into an in-service teacher training program. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, *2*, 2728-2734.

■ Hendriks, M., Luyten, H., Scheerens, J., Sleegers, P., Steen, R. (2010). *Teachers' Professional Development*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union. Retrieved from http://ec.europa.eu/education/school-education/doc/talis/report_en.pdf.

■ Leak, J. A., & Farkas, G. (2011). Effects of Teacher Credentials, Coursework, and Certification on Student Achievement in. Educational Evaluation and Policy Analysis, 26, 237-257.

■ Tucker, M. (2011). Teacher quality what's wrong with U.S. strategy? *Educational Leadership*, *69*(4) 42-46.

■ NBCTs (National Board Certified Teachers) (2014a). *Built From Teacher Expertise*. Retrieved from http://www.nbpts.org/built-teacher-expertise

■ NBCTs (National Board Certified Teachers) (2014b). *The Beginnings of a Movement*. Retrieved from http://www.nbpts.org/beginnings-movement

■ NBCTs (National Board Certified Teachers) (2014c). *National Board Standards*. Retrieved from http://www.nbpts.org/national-board-standards

■ NBCTs (National Board Certified Teachers) (2014d). *The Five Core Propositions*. Retrieved from http://www.nbpts.org/five-core-propositions

■ Libman, Z. (2012). Licensing procedures, teacher effectiveness and reasonable expectations. *International Review of Education*, *58*(2), 151-171.

■ Ross, A., & Hutchings, M. (2003). Attracting, developing and retaining effective teachers in the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland. *OECD Country Background Report Accessed*, *13*, 04-07.

■ Schuck, S., Aubusson, P., Buchanan, J., & Russell, T. (2012). Teacher professional standards: induction, professional learning and certification. In *Beginning Teaching* (pp. 117-132). Springer Netherlands.

■ Wang, A. H., Coleman, A. B., Coley, R. J., & Phelps, R. P. (2003). *Preparing teachers around the world. Policy information report*. Princeton, NJ: Educational Testing Service (ETS).

■ Youngs, P., Odden, A., & Porter, A. C. (2003). State policy related to teacher licensure. *Educational Policy*, *17*(2), 217–236.