



問題本位學習對學生學業成就與高層次 思考能力影響之後設分析

廖遠光* 張澄清**

摘要

本研究透過系統化的文獻分析探討問題本位學習（PBL）對學生學業成就及高層次思考能力的影響。本研究以後設分析法分析了國內 PBL 成效相關研究共 67 篇（學業成就計有 45 篇、高層次思考能力則為 31 篇），結果顯示 PBL 對於學生學業成就及高層次思考能力具有顯著地正向效應，整體效應量（ES）分別為 0.41 及 0.70。本研究進一步發現，學業成就會受到兩個調節變項（學科領域及教學期間）之調節作用而呈現差異；高層次思考能力則會受到七個調節變項（學習階段、學科領域、PBL 類型、數位平台與教材、教學期間、評量方式、及能力類型）之調節作用而呈現差異。

關鍵詞：問題本位學習、問題導向學習、後設分析、學業成就、高層次思考能力

* 廖遠光，中國文化大學師資培育中心教授（通訊作者）
電子郵件：yliao2009@gmail.com

** 張澄清，國立臺灣大學圖書資訊學系博士班研究生
電子郵件：findweber@gmail.com

投稿日期：2012年11月5日；修正日期：2012年12月25日；接受日期：2013年6月7日

The Effect of PBL on Student Academic Achievement and Higher-Order Thinking Ability: A Meta-Analysis

Yuen-Kuang Liao* Cheng-Ching Chang**

Abstract

This study examines the effects of problem-based learning (PBL) on students' academic achievement and higher-order thinking abilities through a systematic review of existing literature in Taiwan. A meta-analysis of 67 studies (45 studies for the academic achievement, and 31 for higher-order thinking abilities) indicated statistically significant positive effects of PBL on academic achievement ($ES = 0.41$) and higher-order thinking abilities ($ES = 0.70$). In addition, two moderator variables (i.e., subject area and during of treatment) selected for examining students' academic achievement, and seven moderator variables (i.e., grade level, subject area, type of PBL, digital platform and instructional materials, during of treatment, method of evaluation, and type of ability) selected for examining students' higher-order thinking abilities had a statistically significant impact on the mean ES.

Keywords: PBL, problem-based learning, meta-analysis, academic achievement, higher-order thinking ability

* Yuen-Kuang Liao, Professor, Center for Teacher Education, Chinese Culture University
E-mail: yliaio2009@gmail.com (Corresponding Author)

** Cheng-Ching Chang, Ph.D. Student, Library and Information Science, National Taiwan University
E-mail: findweber@gmail.com

Manuscript received: Nov. 5, 2012; Revised: Dec. 25, 2012; Accepted: Jun. 7, 2013

壹、緒論

九年一貫課程目標在培養學生了解自我與發展潛能、欣賞表現與創新、生涯規劃與終生學習、表達溝通與分享、尊重關懷與團隊合作、文化學習與國際理解、規劃組織與實踐、運用科技與資訊、主動探索與研究以及獨立思考與解決問題等十大基本能力。因此，課程設計應以學生為主體，以生活經驗為重心，將教學內容與日常生活經驗結合，教導學生生活中所面對的問題，培養學生「帶得走」的能力（教育部，2004）。而 Barrows 在 1960 年代所提出的「問題本位學習」（Problem-Based Learning, PBL），係以學生自身問題為反思的起點，透過學習者的主動學習，讓學習與實際生活體驗結合並拓展相關經驗，進而建構出多元的問題解決能力。換言之，PBL 是一種教導學生「學會學習」（learning to learn）的教學活動，讓學生在小組中共同找出真實世界問題的解決方案，培養學生成為自我引導學習者，故 PBL 的學習目標不只是知識的學習，更是能力的學習（吳清山，2002）。

PBL 在國外醫學教育、律師教育與商業教育已行之多年，且是醫學院學生獲得專業知能的主要學習方式之一。我國的臺灣大學、陽明大學及中國醫藥學院等校，也早已應用此模式培育未來的專業醫護人員（沈戊忠，2005）。陳怡伶（2009）指出，由於 PBL 能夠培養學生面對真實情境問題的能力，故逐漸開始擴展到法律、商業教育、行政管理、工程學院及高等教育的護理、化學、物理、教育心理及教育行政等學科之教學。

目前已有諸多研究證實了施行 PBL 對於培養學生各類能力的效用，如發展批判思考的能力（Tiwari, Lai, So, & Yuen, 2006）、獲得專業技能（Berkson, 1993）、提升學生的學習興趣與動機（Michel, Bischoff, & Jakobs, 2002; Vernon & Blake, 1993）。更有以哈佛大學學生為對象進行之研究指出，PBL 有助於提升人文與社會技巧及對專業議題之看法

(Peters, Greenberger-Rosovsky, Crowder, Block, & Moore, 2000)。然而，亦有部分研究結果指出，PBL 無法將學生的知識提升到更高的水準 (Colliver, 2000)。又 Hartling、Spooner、Tjosvold 與 Oswald (2010) 回顧臨床前醫學教育研究共 31 篇後，發現 15 篇評估知識取得之成效的研究中，有 12 篇證實了施行 PBL 與傳統教學，在學生學業成就上並未有顯著的差異。一些後設分析的結果也顯示 PBL 未有較佳的效果 (Albanese & Mitchell, 1993; Colliver, 2000; Dochy, Segers, Van den Bossche, & Gijbels, 2003; Gijbels, Dochy, Van den Bossche, & Segers, 2005)。

曾婉宜 (2007) 亦曾收集國內 21 篇 PBL 相關文獻進行後設分析，探討國內 PBL 相關研究中，造成各研究在學習成就、學習態度及問題解決能力等效用之差異的可能變項，試圖對 PBL 之成效做出一個結論。但 PBL 的應用範圍日漸擴大，相關文獻數量大幅增加，研究者以「問題本位學習／問題導向學習／問題引導學習」為標題及關鍵字，自「臺灣期刊論文索引」與「臺灣博碩士論文索引」進行搜尋，截至 2011 年 12 月止，PBL 成效相關研究之論文總數即有 379 篇 (博碩士論文 167 篇、期刊論文 212 篇)，且初步審視後也發現各研究結果亦呈現分歧的狀況。如：陳珏名 (2006)、陳美華 (2009)、陳建樺 (2009)、陳毓凱 (2004)、張淑宜 (2007)、曾鈴惠 (2006) 等，證實了採用 PBL 與主題本位學習在學習動機與態度上有顯著差異；但也有部分研究認為在提升學習成就、問題解決能力或後設認知上沒有顯著差異 (吳耀明, 2008; 李筱雲, 2008; 林春壬, 2009; 莊舒閔, 2005; 陳怡伶, 2009; 曾孟慧, 2006)。而進一步比對後可發現各文獻在研究對象之學齡層級、樣本數、教學科目、教學持續時間、研究工具、分組方式、互動歷程與情境等皆有所不同。

基此，本研究以後設分析法進行 PBL 相關文獻之系統性歸納與整理。具體而言，本研究之待答問題臚列如下：

- 一、PBL 對於學生學業成就及高層次思考能力之整體成效為何？
- 二、不同研究設計與實施方式（如：學習階段、學科領域、PBL 類型、數位平台與教材、評量方式、教學期間、能力類型等）之 PBL 相關研究，對於學生學業成就及高層次思考能力的成效差異是否具有調節效果？
- 三、不同層次調節變項之交叉分析，對於學生學業成就及高層次思考能力的成效差異是否具有調節效果？

貳、文獻探討

一、PBL 的內涵與特質

一般而言，多數學者認為 PBL 有以下幾個特徵：第一，學習是以學生為中心；第二，學習是在教師的引導下，以小團體為單位進行學習；第三，教師是引導者或協助者；第四，一連串的學習過程中，在尚未有任何準備與研讀之前，會先遭遇到一個真實的問題；第五，遭遇問題是做為獲得知識與解題相關技巧的工具，且最終需解決該問題；第六，需透過自我導向學習以獲取新資訊（Barrows, 1996）。在 PBL 中，率先登場的是結構模糊的問題（ill-structured problem），學習者面對結構模糊的問題需主動搜尋訊息以瞭解問題情境，並據以決定所需採取的解題行動。透過結構模糊的問題，學生可從解題中發展使用後設認知技能來監控、批判和指引自己的推理技能（Barrows, 1985; Stepien & Pyke, 1997）。其次，學生在 PBL 中的任務是透過小組討論與自我引導式學習來建構知識。在每個問題中，學生都會被賦予一個特殊的角色，並將之置於各種情境中，以使新舊知識產生聯結、理解特殊解題策略的重要性與如何再應用等的反省（Gallagher & Stepien, 1996; Hmelo & Ferrari, 1997）。而教學者則是在 PBL 過程中擔負課程設計者、學生的學習夥

伴或合作解題者、學生學習的支持者和引導者以及學習結果的評鑑者等多重責任 (Torp & Sage, 2002)。此外，由於 PBL 的本質是學生透過分析與解決代表性問題來進行學習，因此需要一個有效的評估系統進行學生能力的評估 (Baxter & Shavelson, 1994; Shavelson, Gao, & Baxter, 1996)。針對學生在解決問題時之知識的應用進行評估是十分重要的，故測驗的項目需要涵蓋日常生活與重要問題解決情境 (Segers, Dochy, & de Corte, 1999)。

二、國外 PBL 的後設分析

由於 PBL 的實徵研究頗多，且研究結果並不全然一致，因此陸續有針對 PBL 成效進行後設分析的研究。Vernon 與 Blake (1993) 收集了 1970 年到 1992 年間，比較 PBL 與傳統學習方法在學習成效上的研究文獻共 35 篇，分析結果顯示，PBL 在學習態度與課程評價，顯著優於傳統教學法 ($d_w = 0.55$, 95% CI = 0.40 ~ 0.70)，且學生在臨床的表現也較佳 ($d_w = 0.28$, 95%, CI = 0.16 ~ 0.40)。但在事實性知識 (factual knowledge) 與臨床性知識 (clinical knowledge) 的多種測試上，傳統學習與 PBL 之間是沒有顯著差異的。Dochy 等人 (2003) 收集了 43 篇 PBL 文獻，針對 PBL 施行於高等教育，對於學生知識與技能提升的成效進行分析，並驗證研究設計、執行情形、學生的年級、記憶維持期間、評估方法等變項之調節效果。研究結果指出，PBL 對於學生知識之提升的整體效用，比傳統教學還差，但對於技術的提升則顯著優於傳統教學¹；各調節變項除了執行情形與記憶維持期間對於技術的提升無調節效果外，其餘變項皆對知識及技術兩個層面具有影響力。

¹ 知識提升之成效的相關研究中，有 14 篇文獻呈現了顯著的負向效果；而僅有 7 篇文獻顯示正向的效果，因而導致加權後的整體效果值 $ES = -0.11$ 。Dochy 等人 (2003) 曾更進一步分析此結果後發現，負向的效果主要導因於 2 篇屬極端值的文獻，若將此 2 篇文獻剔除，則整體效果值就十分接近 0 ($ES = 0.05$)。

Gijbels 等人 (2005) 的研究中，則是關注 PBL 對於解決問題之認知元素的影響效果，該研究將解決問題之認知元素分為三個層級：(1) 概念的瞭解；(2) 概念間相互連結的原則；(3) 概念間相互連結的原則及其可應用的狀況與程序等。該研究收集了 1999 年以前的相關文獻共 40 篇，雖然在搜尋資料時沒有限制學科領域，但搜尋所得的文獻多半屬於醫學教育領域。研究結果顯示 PBL 對於概念間相互連結之學習效果的正向影響最大，且建議未來在比較學習效果時，應注意衡量學習成效時之不同衡量層面的差異。Schmidt、van der Molen、te Winkel 與 Wijnen (2009) 收集了荷蘭醫學課程成效之研究，針對醫學知識、診斷說明、人際及其他一般工作所需之技巧、醫學實務技巧、課程品質的評估，以及畢業率與求學期間等變數，進行教學成效之評估，其中並探討是否採用 PBL、分組與否、學習是否為學生自發性行動、每週授課時間、每週可進行自我學習的時間等變項是否具調節效果，結果證實了接受 PBL 課程設計的醫學院學生，僅在人際溝通與醫學實務技巧上有較佳的表現。

Walker 與 Leary (2009) 認為以 PBL 為主題的後設分析中，多半僅侷限在特定的學科領域，未關注到不同學科領域可能造成的差異。因此特別考驗了學科領域、成效評估的層級、問題類型及執行 PBL 的方式等變項對於學習成效的調節效果，其中問題類型此一變項係依據 Jonassen (2000) 的觀點，將問題依據其所伴隨的學習活動、輸入、成功的標準、情境的結構化與抽象化程度等構面分成邏輯性 (logical)、演算性 (algorithmic)、故事性 (story)、規則運用 (rule-using)、決策制定 (decision making)、疑難排解 (troubleshooting)、診斷／解決 (diagnosis-solution)、策略性表現 (strategic performance)、個案分析 (case analysis)、設計 (design)、進退兩難 (dilemmas) 等 11 種問題類型。Strobel 與 van Barneveld (2009) 則是發現 PBL 在長期記憶、

技巧培養與滿意度上，顯著優於傳統教學；而傳統教學則是在以標準化測驗進行之短期記憶的表現較佳。

三、國內 PBL 的後設分析

反觀國內，僅有曾婉宜（2007）曾進行 PBL 成效的後設分析，該研究僅納入 21 篇相關文獻進行分析，探討了國內實施 PBL 相較於學科本位學習，對於學習成就、學習態度及問題解決能力上的影響以及可能調節變項。調節變項的向度計有研究對象、科目類別，以及評量類型與評量等三種向度。研究結果顯示，PBL 對於學習成就、學習態度及問題解決能力上皆有正向的影響，且於問題解決能力具最佳的效果。其中學習成就的合併效果量 $ES = 0.46$ ；學習態度的合併效果量 $ES = 0.47$ ；問題解決能力的合併效果量 $ES = 0.72$ 。其次，在調節變項的研究結果顯示，研究對象、科目類別及評量類型皆為學習成就之調節變項，且尚有其它可能調節變項存在；評量向度則為學習態度之調節變項；研究對象、科目類別及評量向度皆為問題解決能力之調節變項。

四、綜合評論

綜言之，PBL 最早由 Barrows 在 1960 年代所提出，首先應用在醫護人員的養成教育上，故 PBL 成效之相關研究也以醫學領域居多。因此，國外在探討 PBL 整體成效之後設分析研究，也多侷限在醫學領域中，即使如 Gijbels 等人（2005）在收集 PBL 之相關文獻時，並未限制研究文獻的學科領域，但所獲得的文獻仍以醫學領域為主，故未能測試學科領域對於學習成效的調節效果。這類研究主要反映了 PBL 應用於醫學相關領域的成效，而且多是接受高等教育的學生，故在學習成效上的衡量則多以事實性知識、臨床性知識及技巧為主。

晚近 Walker 與 Leary (2009) 雖考驗了學科領域的調節效果，但在所收集的 201 篇文獻中，仍有 155 篇是屬於醫學相關領域（包含醫學教育及專業醫療兩個領域），且多年來 PBL 在醫學相關領域的應用，理應發展出較佳的教學模式，進而獲得較佳的教學成效。然而，該研究的結果顯示，醫學教育是效應量較差的領域 ($d_w = 0.09$, 95%, CI = 0.06 ~ 0.12)，反倒是師資培育 (teacher education) 的應用，有較高的效應量 ($d_w = 0.63$, 95%, CI = 0.44 ~ 0.83)。由於該研究的領域分布極不平均（師資培育僅有 4 篇文獻納入分析），未來若能收集更多其他領域的 PBL 研究文獻，或採用較適當的領域分類方式，應可更清楚掌握學科領域對於教學成效的調節效果。而曾婉宜 (2007) 雖曾進行國內 PBL 之成效的後設分析，但由於納入分析的文獻不多，許多調節變項會因各項目中的文獻過少，無法進行更細緻的分析與詮釋。若能以國內文獻為資料蒐集範圍，納入近期新增的相關文獻，且在學業成就、學習態度及問題解決能力之成效的討論上，增加其他高層次思考能力之成效分析（如批判思考或創造思考能力）；或進一步檢視資訊科技融入教學的調節效果，定當能獲得超越先前之研究的成果。

參、研究設計與實施

一、研究設計

研究者在回顧 PBL 相關研究後發現，各研究在設計與實施上或有差異，可能因此造成研究結果的不一致，且許多變項對 PBL 成效的調節效果已獲得驗證。如：「學習階段」、「學科領域」、「問題類型」、「評量方式」、「教學期間」等變項對於 PBL 成效的調節效果（李志忠，2004；曾婉宜，2007；Dochy et al., 2003; Gijbels et al., 2005; Schmidt et al., 2009; Walke & Leary, 2009），故本研究亦將上述變項納入分析。

而「數位平台與教材」則是本研究在整理文獻的過程中，發現王聰智（2005）、江鴻仁（2001）、李欣憶（2006）、李海燕（2010）等，都嘗試將數位平台與教材融入 PBL 中，進行 PBL 之成效的研究，且林詩華（2004）比較「SBL」、「傳統 PBL」及「網路 PBL」之成效，發現「網路 PBL」係加上網路科技的應用，相較於「傳統 PBL」確實可獲得較佳的學習成效。故本研究特別將此變項納入調節效果的檢驗。

此外，有鑑於 Udall 與 Daniels（1991）認為，高層次思考能力至少包含了「批判思考」、「創造思考」、「問題解決」等三種能力，且各種能力的定義與內涵皆不同。故本研究在探索 PBL 對於高層次思考能力之成效的調節變項時，進一步區分了各文獻中所量測之高層次思考能力的類型為何，並進行調節效果的檢驗。至於「PBL 類型」則是採用 Bridges（1992）的觀點，將 PBL 依據其特性與執行方式概分為「問題引發（problem stimulated）PBL」及「學生中心（student centered）PBL」兩類，其特色與執行方式說明如下：

（一）問題引發之 PBL

利用學習者切身相關的問題，以便介紹與學習新的知識，其強調的目標為發展特定領域的知識、發展解決問題的能力及獲取特定領域的知識。執行的主要步驟如下：

1. 學生獲得以下學習素材：（1）待解決的問題；（2）學生在解決問題的過程中被期望能完成的目標列表；（3）與基本目標相關的參考資源列表；（4）關於重要概念與知識基礎之應用的議題。
2. 學生以分組的方式來完成計畫、解決問題及完成學習目標：（1）每個學生在小組中扮演了某個特定的角色，如領導者、促進者、記錄者或是小組成員；（2）被分配到每個計畫的時間是固定的；（3）小組自行規劃其中的相關活動以及如何運用所分配的時間。

3. 學生的表現是以問卷、訪談、觀察及其他方式，由教學者、同儕及其自身進行評估，整個過程中，當學生提出問題或陷入困境時，教學者則扮演學生的參考資源，並提供適時的引導。

(二) 學生為中心之 PBL

此類 PBL 的執行過程如下：

1. 學生獲得關於問題的情境。
2. 學生以分組的方式來解決問題。
3. 學生的表現將以多元的方式由教學者、同儕及其自身進行評估。

兩種類型之 PBL 在執行過程上看似十分相近，但學生為中心之 PBL 的每個步驟都是為了培養終身學習能力，為二者間的明顯差異 (Bridges, 1992)。此外，學生肩負的責任也不同，在學生中心的 PBL 中，學生需自行決定其所欲探索與學習的議題、想要熟悉何種內容、各類資源的配置與應用。本研究在區別各文獻中所施行的 PBL 類型，係以問題的來源為主要判斷指標，若在給定的教學情境中，待解決的問題是由教學者所指定，則歸為問題引發之 PBL；若由學生自行擬定待解決的問題，則屬於學生為中心之 PBL。

本研究依據文獻探討的結果，擬定本次後設分析的架構如下 (見圖 1)：自變項係 PBL 或傳統教學兩種教學法；而依變項 (學習成效) 有二，一是兩種教學法在提升學業成就的差異；另一則是二者在提升高層次思考能力的差異；調節變項則係以各文獻在研究在設計與實施的過程中，學生所處的學習階段、施行教學實驗的學科領域、採用之 PBL 類型、是否有利用數位平台與教材做為輔助工具、成效評量的方式、施行教學實驗之時間長短，以及高層次思考能力的類型等 7 個變項。

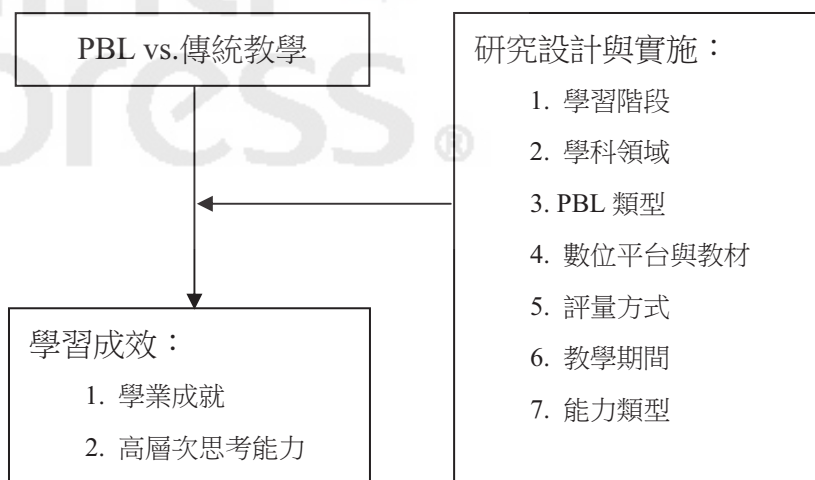


圖 1 研究架構

二、研究步驟

(一) 收集相關文獻及研究報告

研究者以「問題本位學習／問題導向學習／Problem-Based Learning／PBL」為檢索詞，論文題名為檢索點，搜尋截至 2012 年四月底，「臺灣博碩士論文索引」及「臺灣期刊論文索引」二資料庫中，探討 PBL 之學習成效的相關文獻。研究者自「臺灣博碩士論文索引」資料庫共發現 167 篇論文，而「臺灣期刊論文索引」資料庫又發現 212 篇論文。

(二) 建立文獻選用的標準

本研究設立以下標準進行文獻篩選：

1. 主題必須是有關國內 PBL 成效之實徵研究。
2. 必須是實驗研究、準實驗研究或前實驗研究設計。
3. 研究的樣本必須是居住在臺灣地區的人民。

4. 採分組方式進行合作學習。
5. 研究結果必須提供足夠之數據，如（1）實驗組及控制組之平均數、標準差及樣本數；或（2） F 值及樣本數；或（3） t 值及樣本數。

（三）篩選可用之文獻

將收集到的文獻依據選用標準進行篩選後，共有 67 篇符合選用標準，其中 60 篇為學位論文，7 篇為期刊論文。各文獻可依據其檢驗之教學成效類型區分為學習成效 50（74.6%）篇及高層次思考 33（49.2%）篇兩類資料集。

（四）設定研究變項並發展登錄表格

本研究共設定 7 項調節變項進行分析，各變項下之分組說明如下：

1. 學習階段：分為「國小（含以下）」、「國中」、「高中」，以及「大專／成人」四個學習階段。
2. 學科領域：由於部分學科領域的論文篇數偏低，因此本研究依據學科領域的特質，將有納入後設分析之文獻區分為「語文／社會／藝術與人文」、「數學／自然與生活科技」、「健康與體育／綜合活動／醫學／醫護」等 3 大類。
3. PBL 類型：分為「問題引發」及「學生為中心」兩類。
4. 數位平台與教材的輔助：分為「有」、「無」，以及「未說明」等 3 類。
5. 評量方式：分為「紙本測驗評量」、「混合測驗（含紙本、線上測驗評量、同儕互評等）」，以及「其他（作業或報告繳交）」等 3 類。
6. 教學期間：分為「1 個月以下」、「1-2 個月」、「2-3 個月」、「3 個月以上」，以及「未說明」等 5 類。

7. 能力類型：分為「批判思考」、「創造思考」、「問題解決」、「後設認知」等四種能力。

（五）資料編碼與登錄

符合標準的研究報告，經閱讀、分析之後，將每一篇的內容依據設定之調節變項，編碼於登錄表格之中。每一篇研究報告必須經過至少兩位編碼者進行編碼，並於編碼登錄後，檢核兩者編碼結果的一致性。本後設分析編碼登錄的工作，是由兩位研究者擔任，兩人編碼之一致性達80%以上。此外，兩位編碼者須針對編碼相異之處進行討論以達成共識。

三、統計分析

（一）計算效應量

一般而言，實驗性研究是由測驗工具檢驗學習的成果，則所檢驗者多為實驗後的結果，因此效應量所採者大多為後測。由於不同之研究使用不同之樣本與工具，為使不同的研究報告於不同測驗工具所得之學習成果能放在相同的標準來檢驗。研究者必須採用一標準化之公式，此一標準化的公式即為 effect size（簡稱為ES）。本研究採用 Hedges 與 Oklin（1985）公式進行 ES 值的計算，而各項計算係運用 Meta Win 2.1 電腦統計軟體完成。

（二）同質性檢定

同質性檢定（homogeneity test）的目的是為了檢驗從收集到的研究所測得之 ES 是否在相同的構念下，抑或是各研究之間所顯示的差異係源自母群體的抽樣誤差。因此，若同質性檢定的結果未達顯著即表示可直接將這些 ES 合併以求得整體 ES，並進行整體成效（即平均 ES）的顯著性考驗，與計算整體 ES 之 95% 的信賴區間。反之，若同質性檢定

結果達顯著，即表示這些研究並非估計相同的母數，或許有其它調節變項影響了整體成效，需進一步分析可能影響整體成效之變異的因素。

(三) 檢驗出版偏差

檢驗出版偏差的目的是為了瞭解還需要增加多少未達顯著性、未出版或未尋獲之研究文獻，才能推翻本次後設分析的結果。本研究應用了 Rosenthal (1991) 所建議之計算 Fail-safe N (fsn) 的方法來檢驗出版偏差，在 fsn 數值的判定上，至少應大於 $5k + 10$ (k 代表研究文獻數量) 才能確保出版偏差對於研究結果的影響不大。

肆、結果與討論

一、PBL 對學生學業成就與高層次思考能力之整體成效

本研究分析學業成就相關文獻 50 篇及高層次思考能力相關文獻 33 篇後，學業成就整體文獻的 ES 值分布範圍為 $-0.44 \sim 3.90$ ，總平均值為 0.53，95% 信心區間為 $0.46 \sim 0.60$ (不包含 0)。然而，其中來自林沛萱 (2008)、陳鼎仁 (2003)、黃詠順 (2008) 等 5 篇的 ES 值大於 2，為避免少數文獻的極端值造成分析結果的偏誤，在刪除了極端值的 5 篇文獻後，ES 值分布範圍變為 $-0.44 \sim 1.81$ ，總平均值為 0.41，95% 信心區間為 $0.33 \sim 0.48$ (不包含 0)，標準差 0.49。若根據 Cohen (1988) 對於後設分析 ES 值之界定：當 ES 值為 0.2 至 0.3 時，其效果代表「微量」(small)；當 ES 值為 0.5 左右時，其效果代表「中度」(medium)；當 ES 值為 0.8 以上時，其效果代表「強烈」(large)。則 PBL 對學生學業成就的整體 ES 為正向的中低度效應量 (0.41)，表示 PBL 在提升學業成就上顯著優於傳統教學，但僅有中低度效果。

此外，經公式計算後，Fail-safe $N = 2,240.6$ 、容許值 (tolerance level) = 235，Fail-safe N 大於容許值，表示未達顯著性、未出版或未尋獲的研究不會影響到本後設分析的結果。

而高層次思考能力整體文獻的 ES 值分布範圍為 $-0.14 \sim 2.79$ ，總平均值為 0.70，95% 信心區間為 $0.62 \sim 0.79$ 。若刪除 ES 值大於 2 的 2 篇文獻 (由 33 篇變為 31 篇)，ES 總平均值由 0.70 變為 0.66，95% 信心區間為 $0.58 \sim 0.75$ ，標準差 0.43。意即 PBL 在提升學生高層次思考能力之成效上仍顯著優於傳統教學，且有中度以上的效果。至於 Fail-safe $N = 3,092$ 、容許值為 165，則顯示本研究無出版偏差問題。

二、調節變項對 PBL 整體成效影響之分析

本研究分別彙整 PBL 在學業成就及高層次思考能力之成效的文獻，以各文獻在研究設計與實施的過程中，學生所處的學習階段、施行教學實驗的學科領域、採用之 PBL 類型、是否有利用數位平台與教材做為輔助工具、成效評量的方式、施行教學實驗之時間長短，以及高層次思考能力的類型等 7 個變項，進行同質性檢定與調節變項分析，結果說明如下：

(一) 學業成就

在同質性檢定部分，學業成就整體文獻之成效的變異達顯著性差異 ($Q_i = 143.03, p < .05$)，表示各研究間所顯示的差異不是源自同一母群體的抽樣誤差，因此有必要針對各調節變項作進一步的檢驗。本研究在調節變項的檢驗過程中，不僅探討整體學業成就文獻 (共 45 篇) 的調節變項，亦探討同質性檢定達顯著且文獻數量足以進行第二層次分析之分組文獻。

1. 整體文獻

表 1 詳列了各調節變項檢驗的結果，但僅詳細呈現 Q_b 檢驗結果達顯著差異之調節變項的各分組數值並加以討論之。在分析學習階段、學科領域、PBL 類型、問題類型、數位平台與教材、評量方式及教學期間

表 1 學業成就之調節變項檢驗

調節變項	Q_b	篇數	平均 ES	95% CI	Q_w
學習階段	6.71	45			
1. 國小		13	0.44		
2. 國中		12	0.23		
3. 高中		13	0.48		
4. 大專／成人		7	0.44		
學科領域 (1, 3 > 2)	13.50*	45			
1. 語文／社會／藝術與人文		5	0.70	0.41 ~ 0.99	15.43*
2. 數學／自然與生活科技		36	0.34	0.26 ~ 0.42	97.86*
3. 健康與體育／綜合活動／醫學／醫護		4	0.62	0.23 ~ 1.01	16.24*
PBL 類型	0.35	45			
1. 問題引發		41	0.40		
2. 學生中心		4	0.47		
數位平台與教材	0.32	44			
1. 沒有		30	0.42		
2. 有		14	0.38		
評量方式	1.98	45			
1. 紙本		24	0.41		
2. 混合		17	0.44		
3. 其他		4	0.27		
教學期間 (2, 3, 4, 9 > 1)	18.44*	45			
1. 少於 1 個月		8	0.11	-0.08 ~ 0.30	13.86
2. 1-2 個月		18	0.45	0.33 ~ 0.57	48.19*
3. 2-3 個月		11	0.53	0.37 ~ 0.69	43.82*
4. 3 個月以上		5	0.41	0.13 ~ 0.69	17.32*
9. 未說明		3	0.62	-0.07 ~ 1.31	1.39*

註：* $p < .05$ ；() 為事後比較的結果。

等可能的調節變項後，學習階段 ($Q_b = 6.71, p > .05$)、PBL 類型 ($Q_b = 0.35, p > .05$)、問題類型 ($Q_b = 1.28, p > .05$)、教學平台與教材的 ($Q_b = 0.32, p > .05$)、評量方式 ($Q_b = 1.98, p > .05$) 等變項之組間的平均 ES 未達顯著差異。也就是說，針對不同學習階段學生、選用不同的 PBL 類型、設定不同的問題類型、是否有數位平台與教材的輔助及不同的評量方式等，均非造成各研究在學生學業成就之差異的成因。而不同學科領域的研究則是達顯著差異 ($Q_b = 13.50, p < .05$)，其中「語文／社會／藝術與人文領域」及「健康與體育／綜合活動／醫學／醫護領域」的平均 ES，是顯著高於「數學／自然與生活科技領域」的研究，也就是將 PBL 應用在數學／自然與生活科技領域上，對於學生學習成就的效果較差。其次，各學科領域的 95% 信心區間皆為正數且不包含 0，平均 ES 也是正數，表示各領域的 PBL 皆顯著優於傳統教學。最後，各領域之 Q_w 的同質性檢定達顯著，表示各領域之研究的 ES 變異不同質，尚有其他未知的調節變項影響了整體 ES。

至於不同的教學期間在平均 ES 上也有顯著差異 ($Q_b = 18.44, p < .05$)，進一步比較後發現，教學期間少於 1 個月的平均 ES 顯著低於其他各組，且該分組之文獻呈現了 PBL 並未顯著優於傳統教學的情形 (95% CI = -0.08 ~ 0.30)，而各教學期間之效果尤以 2-3 個月為最佳 (不包含未說明教學期間之研究)，1-2 個月、2-3 個月、3 個月以上之教學期間的研究顯示，PBL 之效果皆顯著優於傳統教學 (95% 信心區間皆為正，不包含 0)。然而，上述三個教學期間之同質性檢定呈顯著 (1-2 個月： $Q_w = 48.19, p < .05$ ；2-3 個月： $Q_w = 43.82, p < .05$ ；3 個月以上： $Q_w = 17.32, p < .05$)，表示仍有其他變項影響了結果。

2. 分組文獻

以學業成就整體文獻進行調節變項分析時發現，平均 ES 在不同學科領域及教學期間上呈現顯著差異，但組內之文獻的 ES 變異是不同質

的，也就是仍有其他調節變項存在。本節則將試圖進一步檢驗是那些調節變項影響了整體 ES。

在學科領域中由於語文／社會／藝術與人文及健康與體育／綜合活動／醫學／醫護僅有 4 與 5 篇文獻，不適合做進一步的分組分析。數學／自然與生活科技領域文獻 ($n = 36$) 的效應量為中低度 ($ES = 0.34$; 95% CI 為正且不包含 0)，而進行該分組文獻之調節變項分析則發現(見表 2)，教學實驗期間長短會影響其 ES，其中 3 個月以上顯著高於 1 個月以下，且教學時間過短則無法顯現 PBL 的優勢 (95% CI 包含 0)。

表 2 學科領域各分組之調節變項檢驗

組別	調節變項	Q_b	篇數	平均 ES
學科領域 (數學／自然與生活科技)	教學期間 (4, 9 > 1)	13.74*	36	
	1. 少於 1 個月		7	0.06
	2. 1-2 個月		15	0.39 [#]
	3. 2-3 個月		6	0.36 [#]
	4. 3 個月以上		5	0.41 [#]
	9. 未說明		3	0.62

註：* $p < .05$ ；[#]95% CI 為正且不包含 0；() 為事後比較的結果。

數學／自然與生活科技領域文獻的效應量為中低度 ($ES = 0.34$; 95% CI 為正且不包含 0)，而進行該分組文獻之調節變項分析則發現，教學實驗期間長短會影響其 ES，其中 3 個月以上顯著高於 1 個月以下，且教學時間過短則無法顯現 PBL 的優勢 (95% CI 包含 0)。

此外，教學期間 1-2 個月之文獻的效應量亦接近中度 ($ES = 0.45$; 95% CI 為正且不包含 0)，該分組的調節變項為 PBL 類型；教學期間 2-3 個月的文獻則有中度的效應量 ($ES = 0.53$; 95% CI 為正且不包含 0) 調節變項則有學習階段、學科領域等 2 項 (見表 3)。在為期 1-2 個月的教學實驗中，採用「學生中心之 PBL」，雖然在平均 ES 上顯著高於「問

表 3 教學期間各分組之調節變項檢驗

組別	調節變項	Q_b	篇數	平均 ES
教學期間 (1-2個月)	PBL 類型 (2 > 1)	6.16*	18	
	1. 問題引發		16	0.39 [#]
	2. 學生中心		2	0.78
教學期間 (2-3個月)	學習階段 (1, 3, 4 > 2)	21.74*	11	
	1. 國小		2	0.93
	2. 國中		3	0.03
	3. 高中		3	0.60 [#]
	4. 大專／成人		3	0.79 [#]
	學科領域 (1 > 2)	8.31*	11	
	1. 語文／社會／藝術與人文		3	0.87 [#]
	2. 數學／自然與生活科技		6	0.36 [#]
	3. 健康與體育／綜合活動／醫學／醫護		2	0.54

註：* $p < .05$ ；[#]95% CI 為正且不包含 0；（）為事後比較的結果。

題引發之 PBL」，但並未顯著優於傳統教學。為期 2-3 個月的教學實驗，需針對高中及大專／成人之學習階段的學生，才能發揮 PBL 的優勢，針對國中學生之的效應量不僅最低，效果也不顯著；且針對健康與體育／綜合活動／醫學／醫護領域實施 PBL 的效果是不顯著，但在其餘二領域則有顯著優於傳統教學的效果，而其中又以語文／社會／藝術與人文領域的效果最佳。

（二）高層次思考能力

本研究特針對高層次思考能力之類型進行分組，共區分為批判思考、創造思考、問題解決及後設認知等四類，其餘各調節變項則與學業成就相同。在進行高層次思考整體文獻之同質性檢定後發現，整體文獻之效應量的變異也是不同質 ($Q_i = 98.91, p < .05$)，故本研究將依循前述的標準，進行以下的分析。

1. 整體文獻

Q_b 檢驗結果達顯著差異之各調節變項說明如下（見表 4）。首先，學習階段的 Q_b 有顯著差異（ $Q_b = 8.16, p < .05$ ），也就是說，針對不同學習階段之學生進行的 PBL，在平均 ES 的表現上呈顯著差異，研究對象為大專與成人之文獻的平均 ES 顯著高於國中及國小。在四個學習階段的文獻中，以國中階段之文獻的平均 ES 最低，也就是 PBL 對於國中學生的效果較差。而檢視各分組的 95% 信心區間則可以發現，除了學習階段為高中的文獻之外，其餘各皆為正數且不包含 0，意即 PBL 顯著優於傳統教學。此外，國小及高中這兩個學習階段之 Q_w 的同質性檢定達顯著差異（國小以下： $Q_w = 75.47, p < .05$ ；高中： $Q_w = 6.80, p < .05$ ），也就是尚有未知的調節變項影響了研究的結果。不同學科領域也在平均 ES 上呈顯著差異（ $Q_b = 7.87, p < .05$ ），但語文／社會／藝術與人文領域的 95% 信心區間包含 0，意即以語文／社會／藝術與人文領域進行之 PBL，在高層次思考能力的培養上，並未顯著優於傳統教學。而語文／社會／藝術與人文及數學／自然與生活科技領域之同質性檢定則呈現顯著差異， Q_w 分別為 38.40 及 35.34（ $p < .05$ ），顯示這兩個領域的 ES 變異是不同質。

不同評量方式在平均 ES 上呈現了顯著的差異（ $Q_b = 10.94, p < .05$ ），其中以混合測驗之評量方式的平均 ES，顯著優於以紙本測驗及其他（作業或報告繳交）方式進行學習成效評估之文獻，且僅有以其他方式進行評估之文獻的 PBL 成效並未顯著優於傳統教學（95% CI = -0.20 ~ 1.10）。而紙本測驗及混合測驗的組內同質性檢定則呈顯著， Q_w 分別為 64.97 及 20.91（ $p < .05$ ），顯示兩種評估方法之 ES 變異呈現不同質。

至於 PBL 相關文獻是否有利用數位平台與教材進行教學實驗，對於平均 ES 也具有調節的效果（ $Q_b = 19.58, p < .05$ ），且 PBL 之效果皆優於傳統教學（95% 信心區間皆為正且不包含 0）。而值得注意的是，

表 4 高層次思考能力之調節變項檢驗

調節變項	Q_b	篇數	平均 ES	95% CI	Q_w
學習階段 (4 > 1, 2)	8.16*	31			
1. 國小		19	0.65	0.54 ~ 0.76	75.47*
2. 國中		7	0.53	0.33 ~ 0.74	6.44
3. 高中		2	0.89	-1.72 ~ 3.49	6.80*
4. 大專與成人		3	0.94	0.38 ~ 1.50	2.04
學科領域 (2, 3 > 1)	7.87*	31			
1. 語文／社會／藝術與人文		3	0.39	-0.08 ~ 0.86	38.40*
2. 數學／自然與生活科技		19	0.68	0.57 ~ 0.80	35.34*
3. 健康與體育／綜合活動／ 醫學／醫護		9	0.76	0.58 ~ 0.95	17.31
PBL 類型	5.09	31			
1. 問題引發		22	0.61		
2. 學生中心		6	0.83		
9. 未說明		3	0.83		
數位平台與教材 (1 > 2)	19.58*	31			
1. 沒有		25	0.75	0.66 ~ 0.85	50.45*
2. 有		6	0.30	0.06 ~ 0.53	28.89*
教學期間 (3, 4 > 1, 2)	20.72*	30			
1. 少於 1 個月		6	0.54	0.31 ~ 0.77	6.06
2. 1-2 個月		14	0.53	0.40 ~ 0.66	52.78*
3. 2-3 個月		6	0.91	0.64 ~ 1.17	17.29*
4. 3 個月以上		4	1.01	0.63 ~ 1.38	1.66
評量方式 (2 > 1, 3)	10.94*	31			
1. 紙本		17	0.59	0.47 ~ 0.70	64.97*
2. 混合		11	0.86	0.69 ~ 1.02	20.91*
3. 其他		3	0.45	-0.20 ~ 1.10	2.10
能力類型 (1 > 2, 3, 4; 3 > 2)	24.3555*	31			
1. 批判思考		5	1.11	0.80 ~ 1.42	9.46
2. 創造思考		4	0.39	0.08 ~ 0.71	35.65*
3. 問題解決		16	0.67	0.54 ~ 0.79	19.46
4. 後設認知		6	0.58	0.34 ~ 0.82	9.99

註：* $p < .05$ ；() 為事後比較的結果。

沒有使用數位平台與教材進行教學實驗之文獻的平均 ES 顯著高於有利用之實驗分組，且各組內的 ES 變異不同質 (Q_w 達顯著)。

若分析教學實驗期間則可發現，教學期間為 2-3 個月及 3 個月以上之分組的平均 ES，顯著高於少於 1 個月及 1-2 個月之分組，而各分組的 PBL 皆優於傳統教學。各組內之 ES 變異僅有 1-2 個月及 2-3 個月呈現不同質，此二分組中仍有其他未知的調節變項影響了研究結果。但若以少於 1 個月及 3 個月以上兩組的結果進行比較，可以確定教學期間的長短，是造成上述兩組在平均 ES 之差異達顯著的原因，且各組內的 ES 變異同質 (Q_w 未達顯著)。

最後，本研究進一步將各文獻之高層次思考能力評估測驗的類型區分為批判思考、創造思考、問題解決，以及後設認知等四類，並以此能力類型為調節變項進行分析後發現，不同能力類型的平均 ES 達顯著差異 ($Q_b = 24.36, p < .05$)，且各組的 PBL 成效皆顯著優於傳統教學。其中以批判思考組的平均 ES 最高，且顯著高於其餘各組，問題解決能力組也顯著高於創造思考組，四組中以創造思考組的平均 ES 最低。然而，創造思考組之組內的 ES 變異不同質 ($Q_w = 35.65, p < .05$)。整體而言，PBL 相較於傳統教學法，在對於學生批判思考能力之培養的效用最高，其次則是在問題解決能力及後設認知能力。

2. 分組文獻

針對高層次思考整體文獻的調節變項進行平均 ES 差異分析時，有些不僅呈現組間的顯著差異，且組內亦有 ES 變異不同質的現象。故將高層次思考能力相關文獻依據學習階段進行分組後，以國小的 19 篇文獻為最多，雖然顯示 PBL 顯著優於傳統教學，且效應量已呈現中度以上 ($ES = 0.65$; 95% CI 為正且不包含 0)，但組內效應量是不同質的。

抽取該組的 19 篇文獻進行調節變項分析後有以下發現 (見表 5)，學科領域、高層次思考能力類型、是否利用數位平台與教材、PBL 類

表 5 國小階段各分組之調節變項檢驗結果

組別	調節變項	Q_b	篇數	平均 ES
學習階段 (國小)	學科領域 (2 > 1)	8.32*	19	
	1. 語文／社會／藝術與人文		3	0.39
	2. 數學／自然與生活科技		10	0.77 [#]
	3. 健康與體育／綜合活動／醫學／醫護		6	0.65 [#]
	能力類型 (1 > 2, 3, 4; 3 > 2)	25.23*	19	
	1. 批判思考		2	1.57
	2. 創造思考		4	0.39 [#]
	3. 問題解決		10	0.68 [#]
	4. 後設認知		3	0.68 [#]
	數位平台與教材 (1 > 2)	24.20*	19	
	1. 沒有		15	0.81 [#]
	2. 有		4	0.21
	PBL 類型 (2 > 1)	20.14*	19	
	1. 問題引發		14	0.54 [#]
	2. 學生中心		3	1.23 [#]
	9. 未說明		2	0.78
	評量方式 (2 > 1)	14.21*	18	
	1. 紙本		10	0.51 [#]
	2. 混合		8	0.93
	教學期間 (4 > 2)	18.50*	19	
	1. 少於 1 個月		2	0.75
2. 1-2 個月		9	0.45 [#]	
3. 2-3 個月		6	0.91 [#]	
4. 3 個月以上		2	1.03	

註：* $p < .05$ ；[#]95% CI 為正且不包含 0；() 為事後比較的結果。

型、問題類型、評量方式及教學期間，都是該分組文獻的調節變項。其中將 PBL 實施於語文／社會／藝術與人文領域的教學，則高層次思考能力之成效不僅未顯著優於傳統教學，也是各科中最差的，最好的則是數學／自然與生活科技領域；而批判思考能力的效果平均 ES 雖然最高，但卻沒有顯著優於傳統教學，其餘 3 種能力類型的效果都有顯著優於傳

統教學；值得注意的是，沒有使用數位平台與教材的平均 ES 最高；採用學生中心 PBL，由學生自行決定教學實驗中的問題為何，則有極高的 ES；以混合的方式進行評量的平均 ES 雖高，但並未顯著優於傳統教學；1-2 個月及 2-3 個月的教學期間才有顯著優於傳統教學的效果，且 2-3 個月的平均效應量高於 1-2 個月。

數學／自然與生活科技領域分組文獻的效應量達中高度 ($ES = 0.68$; 95% CI 為正且不包含 0)，該分組的調節變項計有高層次思考能力類型、評量方式及教學期間等 3 項（見表 6），其中只有問題解決能力的提升效果才有顯著優於傳統教學；混合的評量方式在平均 ES 也同樣顯著高於紙本測驗；教學期間則是以 2-3 個月有最高的平均 ES。

若分析數位平台與教材的分組文獻（見表 7），發現沒有使用數位平台與教材之分組文獻的效用接近強烈 ($ES = 0.75$; 95% CI 為正且不包含 0)，調節變項則有學習階段、評量方式、教學期間、高層次思考能力類型等。分析結果顯示，當沒有使用數位平台與教材時：國中生的平

表 6 數學／自然與生活科技各分組的調節變項檢驗結果

組別	調節變項	Q_b	篇數	平均 ES
學科領域 (數學／自然與生活科技)	能力類型 (2 > 3, 4)	8.70*	19	
	2. 創造思考		2	1.12
	3. 問題解決		11	0.66 [#]
	4. 後設認知		6	0.58
	評量方式 (2 > 1, 3)	9.27*	19	
	1. 紙本		10	0.61 [#]
	2. 混合		7	0.87 [#]
	3. 其他		2	0.32
	教學期間 (2, 3 > 1)	6.87*	17	
	1. 少於 1 個月		5	0.45 [#]
	2. 1-2 月		9	0.73 [#]
	3. 2-3 月		3	0.83 [#]

註：* $p < .05$ ；[#]95% CI 為正且不包含 0；() 為事後比較的結果。

表 7 各分組的調節變項檢驗結果

組別	調節變項	Q_b	篇數	平均 ES
數位平台與教材 (沒有)	學習階段 (1, 4 > 2)	6.31*	24	
	1. 國小		15	0.81 [#]
	2. 國中		6	0.59 [#]
	4. 大專/成人		3	0.94 [#]
	評量方式 (2 > 3)	6.03*	25	
	1. 紙本		12	0.74 [#]
	2. 混合		10	0.86 [#]
	3. 其他		3	0.45
	教學期間 (3, 4 > 1, 2)	10.70*	24	
	1. 少於 1 個月		4	0.61 [#]
	2. 1-2 月		11	0.66 [#]
	3. 2-3 月		5	0.92 [#]
	4. 3 個月以上		4	1.01 [#]
	能力類型 (1 > 3, 4)	14.69*	25	
	1. 批判思考		5	1.11 [#]
	2. 創造思考		3	0.87 [#]
3. 問題解決		12	0.65 [#]	
4. 後設認知		5	0.65 [#]	
教學期間 (1-2 個月)	數位平台與教材 (2 > 1)	11.92*	14	
	1. 沒有		11	0.66 [#]
	2. 有		3	0.18
	問題類型 (1, 4, 9 > 2)	24.26*	13	
	1. 診斷 - 解決		2	0.86
	2. 疑難排解		6	0.27
	4. 設計產品		2	1.05
	9. 未說明		3	0.73 [#]
	評量方式 (2 > 1)	15.71*	13	
	1. 紙本		10	0.42 [#]
2. 混合		3	1.03 [#]	

註：* $p < .05$ ；[#]95% CI 為正且不包含 0；() 為事後比較的結果。

均 ES 最低，但仍顯著優於傳統教學；混合測驗方式有較高的平均 ES；教學期間愈長則平均 ES 愈高；批判思考能力的平均 ES 最高，各類高層次思考能力都顯著優於傳統教學。最後，教學期間為 1-2 個月之分組文獻的效應量也達中度以上（ $ES = 0.53$; 95% CI 為正且不包含 0），調節變項分析的重要結果如下：沒有使用數位平台與教材的平均 ES 最高；僅有疑難排解的問題類型有顯著較佳的教學效果，但平均 ES 不高；混合之測驗方式的平均 ES 顯著優於紙本測驗，且兩者都有顯著優於傳統教學的效果。

三、調節變項之綜合討論

若比較 PBL 在學業成就及高層次思考能力兩種不同層面的成效則可發現，PBL 對於高層次思考能力的效應量較高，具有中度以上的效果，但對於學業成就的效應量則未達中度的效果。然而，雖僅有學科領域及教學期間兩個變項，同時對於學業成就或是高層次思考能力具有調節效果，但為了深入瞭解各調節變項的作用，以下將逐項討論之。

（一）學習階段

不同學習階段在學業成就上並未有顯著差異（以國中的效應量最低），但若僅針對教學期間為 2-3 個月的分組文獻而言，則會受到學習階段的調節效果，且其中仍以國中階段最差。若針對高層次思考能力整體文獻，則學習階段的調節效果明顯，同樣也是國中階段的效果最差，且大專／成人的效應量是顯著高於國小及國中，即使排除了運用數位平台與教材的文獻後再進行分析，結果仍然相同。簡言之，PBL 對於國中學生的效果是最差的。此結果與曾婉宜（2007）的結果部分相符，相同之處是大專以上學習階段的研究有較大的效應量，不同的則是最低效應量出現在高中階段。Wirkala 與 Kuhn（2011）在說明為何 PBL 對大專

與成人的教學效果最好時指出，除中學生在先存知識與專長上遠不如大專生的原因之外，因為 PBL 是需要動機、目標導向的學習活動，而大專生參與某些課程時多半是基於其本身的意願，這點就與中學生截然不同。

然而，依據 Dochy 等人（2003）的研究結果顯示，PBL 對於高教學生知識提升的效用，反倒不如傳統教學法。此結果與本研究之發現相去甚遠，其中或有可能是受到不同文化差異的影響。但目前並無相關跨文化的 PBL 研究可資分析，若能進一步整併國內外文獻進行後設分析，將有助於解析此一差異的成因。

（二）學科領域

PBL 對語文／社會／藝術與人文領域學業成就的效果較佳，數學／自然與生活科技領域的成效最差，且即使僅以教學期間 2-3 個月的文獻進行分析，仍然得到相同的結果。此結果與曾婉宜（2007）發現在理科領域學習成效最差的結果相符；Walker 與 Leary（2009）也發現科學及工程領域的成效是最差的。李志忠（2004）曾對此加以解釋，他認為理論科目較容易因學生背景知識不足而造成學習的挫折感，因而降低學習動機，導致 PBL 的效用不佳。然而，此等推論似乎無法完整解釋 PBL 對於數理領域之成效較差的真實原因，仍待後續進行更深入的探究。

此外，若將成效評量改為高層次思考能力之後，卻變成在語文／社會／藝術與人文領域的效果最差，且僅針對國小學生，或是以疑難排解類問題進行 PBL 之研究文獻進行分析的結果亦同。也就是說，PBL 對於提升語文／社會／藝術與人文領域學業成就的效果最好，但卻不太容易透過該領域的 PBL 課程設計而提升學生的高層次思考能力。足見 PBL 應用於不同學科領域會影響學生不同層次的學習成效。也就是說，教師在實施 PBL 教學時，應考量所欲提升的成效目標是否與學科領域的特性相符。

(三) PBL 類型

PBL 類型對於學業成就及高層次思考能力的調節效果皆不顯著，但以學生為中心之 PBL 有較高的效應量。若以分組的文獻進行分析則具有顯著的調節效用。例如在教學期間為 1-2 個月的學業成就、學習階段為國小的高層次思考能力，皆以學生中心之 PBL 有顯著較大的效應量。意即不論是提升學業成就或是高層次思考能力，能採用學生中心之 PBL，以培養學生終身學習能力為目標，讓學生有更多的主導權，可以自行決定其所欲探索與學習的議題，應可獲得較佳的學習成效。

(四) 數位平台與教材

在 PBL 中是否增加了數位平台與教材的輔助，對於學業成就的提升並未有顯著的差異。但是對於高層次思考能力之效用則具有顯著的調節效果，而且是沒有使用之分組文獻的平均效應量較高。若單獨分析國小學習階段、運用疑難排解型問題及教學期間 1-2 個月的分組文獻，不僅是否運用數位平台與教材的調節效果明顯，甚至運用數位平台與教材並未顯著優於傳統教學方法。Dennis (2003) 也曾以醫學院學生為對象，進行線上 PBL 與面對面 PBL 之成效的比較，研究結果發現在學業成就上兩者並未有顯著差異，但線上 PBL 得花費更多的時間。然而，林詩華 (2004) 的研究指出，「網路 PBL」加上網路科技的應用，比「傳統 PBL」可獲得更佳的學習成效。此外，Maung、Abas 與 Abdullah (2006) 則認為，將數位學習資源運用在 PBL 上效益是最少的。本研究之結果支持後者的看法，至於可能的原因為：實施 PBL 的目的是讓學生能夠自主學習，老師主動提供更多的素材與參考資料，以及先行製作相關的教學資源及網站，反而限縮學生自行探索的可能性，而這類的成效差異在高層次思考能力的培養上更是明顯。

（五）教學期間

不論是學業成就或高層次思考能力都呈現教學期間愈長則教學效果愈佳的趨勢，且教學期間對於學業成就具有顯著的調節效果，其中以教學期間為 2-3 個月的效果最佳，少於 1 個月的效果最差，尤其在以數學／自然與生活科技領域的研究文獻上更是明顯。教學期間對高層次思考能力的調節效果更是明顯，係以 3 個月以上的效應量為最高。

（六）評量方式

評量方式雖然對學業成就的調節效果不明顯，但是對高層次思考能力則具有顯著的調節效果，不論是整體文獻，抑或是針對國小學生、數學／自然與生活科技領域、沒有使用數位平台與教材及教學期間 1-2 個月的分組文獻，採用混合（含紙本、線上測驗評量、同儕互評等）等方式進行評量之文獻具有較高的效應量。換言之，紙本測驗可能無法精確地測驗出高層次思考能力的提升。李志忠（2004）也認為在 PBL 過程中，知識的獲取並非僅侷限於課本之中，紙筆測驗將無法測量到所有成效。Albanese 與 Mitchell（1993）就認為，在針對醫學院學生的研究中，PBL 效應量為負值的可能原因在於，國家醫學考試委員會（National Board of Medicine Exam）所進行的測驗僅在測驗受試者可否在有限的答案選項中辨識出可能的正確答案，這樣的測驗方式過於依賴受試者的記憶力。Dochy 等人（2003）也認為，如果測驗的方式能多重視知識的應用面，則 PBL 的效用應該會更佳。

（七）能力類型

能力類型是高層次思考能力層次之成效的調節變項，在進行整體文獻分析時，以批判思考能力的效應量為最高，而創造思考能力為最低。若將文獻限縮至國小學習階段的分組，也是與整體文獻的結果相同；但若針對數學／自然與生活科技領域文獻進行分析，則創造思考能力的效應量變為最高。

Sendag 與 Odabashi (2009) 驗證了網路 PBL 對於提升批判思考與問題解決能力的效用；而本研究在排除運用數位平台與教材進行 PBL 的文獻後，則發現創造思考能力的效應量因此而提升了許多。也就是說，網路 PBL 可以有效提升批判思考與問題解決能力，但似乎不利於創造思考能力的培養。

綜言之，PBL 對於批判思考能力的提升效果最佳，創造思考能力的效果最差，若要有效提升創造思考能力，可以嘗試在數學／自然與生活科技領域進行，且應避免採用數位平台與教材之輔助教學。

伍、結論與建議

本研究收集了國內 PBL 之相關實徵研究文獻共 67 篇，並採用後設分析法進行了量化的文獻回顧，以瞭解 PBL 是否在提升學生學業成就與高層次思考能力之整體成效上，有顯著優於傳統教學法之表現，此外，本研究亦進一步辨識各文獻在研究設計與實施的特徵，以做為可能造成學習成效之差異的調節變數，並試圖探討各調節變數在學業成就與高層次思考能力的交互作用。基於此次分析的結果，本研究提出以下結論：

- 一、PBL 對於學業成就及高層次思考能力皆具有正向的效果，且顯著優於傳統教學。其中對於學業成就具有接近中度的效應量，而在高層次思考能力的提升上則有中度以上的效應量。
- 二、學生的學業成就會受到了學科領域及教學期間之調節作用而呈現差異；至於學生的高層次思考能力則是會受到學習階段、學科領域、數位平台與教材、教學期間、評量方式、能力類型等變數的調節作用。

三、學生的學業成就在語文／社會／藝術與人文領域及教學期間 2-3 個月有較高的效應量；而高層次思考能力則是在大專以上學習階段、健康與體育／綜合活動／醫學／醫護領域、未使用數位平台與教材、3 個月以上的教學期間、混合測驗方式的分組上有較高的效應量，且能力類型以批判思考能力的培養最佳。

四、若將數位平台與教材融入 PBL 中，不僅無法有效地增加高層次思考能力的效應量，反而有抑制的作用。至於造成此結果的原因為何？是否因學生缺乏資訊科技相關知識、網路取用之限制，抑或是仍有其他未知的因素干擾，待累積足夠的相關文獻後，或可進一步探究之。

近來對於 PBL 成效的研究，已進展到針對不同知識結構成分的效用上，試圖瞭解究竟是增進了概念的瞭解，還是瞭解概念間相互連結的原則，抑或是培養了將概念及原則連結到特定情況及程序以進行應用的能力。因此，本研究建議未來在進行 PBL 成效之後設分析時，若能進一步辨識各研究文獻之成效測驗究竟量測了何種知識能力，進行編碼與後設分析，則對於 PBL 的效用將有更深入的理解。此外，國內外已累積相當多 PBL 相關文獻，若能同時將國內外文獻納入後設分析，或許可瞭解 PBL 對不同文化背景之學習者的影響，進而從事跨文化之比較研究。

致謝

本計畫承蒙國科會經費支持，謹此致謝。計畫編號：NSC 99-2410-H-003-031-。

參考文獻（* 為納入本後設分析之文獻）

- * 王聰智（2005）。問題導向學習在互動式線上模擬教學之研究——以高職電機電子群「數位邏輯實習」課程為例。國立彰化師範大學工業教育與技術學系碩士論文，未出版，彰化市。

[Wang, T.-C. (2005). *A study of problem-based learning applied in the interactive on-line simulation teaching -- an example for the "digital logic lab" course at vocational high school*. Unpublished master's thesis, National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan.]

- * 江鴻仁（2001）。問題導向學習在有機化學網站之應用與研究。靜宜大學應用化學研究所碩士論文，未出版，臺中縣。

[Chiang, H.-R. (2001). *The application of question-based learning of organic chemistry web title*. Unpublished master's thesis, Providence University, Taichung, Taiwan.]

- 吳清山（2002）。問題導向學習。教育研究月刊，97，120。

[Wu, C.-S. (2002). Problem based learning. *Journal of Education Research*, 97, 120.]

- * 吳耀明（2008）。國小五年級社會領域實施問題本位學習的歷程與成效之研究。國立嘉義大學國民教育研究所博士論文，未出版，嘉義縣。

[Wu, Y.-M. (2008). *The study of process and effect of problem-based learning on fifth-grade students in social field*. Unpublished master's thesis, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan.]

- * 李志忠（2004）。問題導向學習在高職電機科電工機械課程學習成效之實驗研究。國立彰化師範大學工業教育學系碩士論文，未出版，彰化市。

[Lee, C.-Z. (2004). *An experimental study of problem-based learning in electrical mechanical curriculum of vocational school*. Unpublished master's thesis, National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan.]

- * 李欣憶（2006）。問題導向學習應用於高中地理海岸環境議題教學之研究。國立臺灣師範大學地理學系碩士論文，未出版，臺北市。

[Li, H.-Y. (2006). *The application of the problem-based learning strategy for teaching coastal problems in senior high school geography*. Unpublished master's thesis, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan.]

* 李海燕 (2010)。以問題導向學習策略運用自由軟體建構鄉土課程之研究。國立聯合大學資訊與社會研究所碩士論文，未出版，苗栗縣。

[Li, H.-Y. (2010). *The research of using strategic of problem-based learning with free software to construct native curriculum*. Unpublished master's thesis, National United University, Taichung, Taiwan.]

李筱雲 (2008)。不同問題結構的問題本位學習對八年級學生自我導向科學學習表現之影響。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。

[Li, S.-Y. (2009). *The effectiveness of the problem-based learning in different problem structures on the self-directed science learning performance of eighth-grade students*. Unpublished master's thesis, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan.]

沈戊忠 (2005)。簡介 PBL 以及在臺灣實施的情形。教育研究月刊，**129**，40-47。

[Shen, W.-C. (2005). Introduction of PBL and implementation in Taiwan. *Journal of Education Research*, 129, 40-47.]

* 林沛萱 (2008)。問題導向之學習單對七年級學生參觀國立臺灣科學教育館學習成效之研究。國立臺灣師範大學科學教育研究所在職進修班碩士論文，未出版，臺北市。

[Lin, P.-H. (2008). *The effectiveness of problem-based learning sheet on science achievement of seventh graders on visiting the National Taiwan Science Education Center*. Unpublished master's thesis, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan.]

* 林春壬 (2009)。問題本位學習對國小資優生合作學習技巧以批判思考之影響。國立高雄師範大學特殊教育學系碩士論文，未出版，高雄市。

[Lin, C.-J. (2009). *The effects of the problem based learning on cooperative skills and critical thinking of elementary gifted pupils*. Unpublished master's thesis, National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan.]

林詩華 (2004)。「傳統主題導向學習法」、傳統「問題引導學習法」及網路「問題引導學習法」學習成效之比較研究。國立交通大學理學院網路學習在職專班碩士論文，未出版，新竹縣。

[Lin, S.-H. (2003). *A comparative study of student's achievement by subject-based learning, problem-based learning and web-based problem-based*

learning. Unpublished master's thesis, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan.]

- * 張淑宜 (2007)。運用問題本位學習於自然與生活科技領域對國小學生創造力的影響。國立臺中教育大學特殊教育學系在職專班碩士論文，未出版，臺中市。

[Chung, S.-I. (2007). *The effects of problem-based learning in subject area of nature and life technology on elementary students' creativity*. Unpublished master's thesis, National Taichung University of Education, Taichung, Taiwan.]

教育部 (2004)。國民教育社群網——九年一貫課程綱要。2009 年 12 月 15 日，取自：<http://teach.eje.edu.tw/9CC/>

[Ministry of Education. (2004). *Taiwan elementary and secondary educator community -- Grade 1-9 curriculum guidelines*. Retrieved December 15, 2009, from <http://teach.eje.edu.tw/9CC/>]

- * 莊舒閔 (2005)。問題本位學習對國一學生科學學習與創造性問題解決能力之影響：以「消化」單元為例。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，高雄市。

[Chuang, S.-M. (2005). *Effects of problem-based learning integrating into the digestion unit on the science learning and the creative problem solving abilities of seven-grade students*. Unpublished master's thesis, National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan.]

- * 陳怡伶 (2009)。「問題本位學習」教學對國小三年級學生在綜合活動領域學習效果之影響。國立雲林科技大學技術及職業教育研究所碩士論文，未出版，雲林縣。

[Chen, I.-L. (2009). *The effects of problem-based learning approach on elementary grade three integrated activity classes*. Unpublished master's thesis, National Yunlin University of Science and Technology, Yunlin, Taiwan.]

- * 陳珽名 (2006)。「問題本位學習」教學模式對國小五年級學生數學科學習動機、學習態度與學習成就之影響。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。

[Chen, C.-M. (2006). *The impact of the problem-based learning teaching model on the mathematics learning motivation, mathematics learning attitudes and learning achievement of fifth-grade students*. Unpublished master's thesis, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan.]

* 陳建樺（2009）。問題本位學習對四年級學童問題解決、批判思考及概念改變之影響。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。

[Chen, C.-H. (2009). *The effectiveness of problem-based learning on problem solving, critical thinking and conceptual change of fourth-grade students*. Unpublished master's thesis, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan.]

* 陳美華（2009）。「問題本位學習」對國二學生數學學習態度與數學學習策略之影響。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。

[Chen, M.-H. (2009). *The impact of problem-based learning on the mathematics learning attitudes and mathematics learning strategies of eighth graders*. Unpublished master's thesis, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan.]

陳毓凱（2004）。「問題本位學習」教學模式對國中二年級學生自我導向科學學習傾向與科學學習動機之影響。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。

[Chen, Y.-K. (2004). *The effectiveness of the problem-based learning teaching model on the self-directed science learning readiness and science learning motivation of eighth-grade students*. Unpublished master's thesis, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan.]

陳鼎仁（2003）。不同認知型態分組之問題導向合作學習對技職校院學生電腦網路技術學習成效及問題解決學習成效。國立彰化師範大學工業教育學系碩士論文，未出版，彰化縣。

[Chen, T.-J. (2003). *The study of learning performances of students in vocational colleges on computer network technology and problem solving by problem based learning and cooperative learning in different cognitive style grouping*. Unpublished master's thesis, National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan.]

* 曾孟慧（2006）。「問題本位學習」教學模式對五年級學童數學學習的數學態度和後設認知之影響。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。

[Tseng, M.-H. (2006). *The impact of the problem-based learning teaching model on the mathematics learning attitudes and metacognition of fifth-grade students*. Unpublished master's thesis, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan.]

曾婉宜 (2007)。國內問題本位學習與學科本位學習對學生學習成效影響之統合分析。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。

[Tzeng, W.-I. (2007). *The effects of students learning of problem-based learning and subject-based learning in Taiwan: A meta-analysis*. Unpublished master's thesis, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan.]

* 曾鈴惠 (2006)。問題本位學習在國小高年級環境藝術教育教學應用之研究。國立臺北教育大學藝術與藝術教育學系碩士論文，未出版，臺北市。

[Tseng, D. (2006). *A study on the applications of problem-based learning in the environmental art education for the high grade students of the elementary school*. Unpublished master's thesis, Taipei National University of the Arts, Taipei, Taiwan.]

* 黃詠順 (2008)。問題本位學習對國小五年級學童自然科學習態度與學習成就之影響。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。

[Huang, Y.-S. (2008). *The impact of problem-based learning on the learning attitude and learning achievement of 5th grade students in science*. Unpublished master's thesis, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan.]

Albanese, M. A., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68, 52-81.

Barrows, H. S. (1985). *How to design a problem-based curriculum for the preclinical years*. New York: Springer.

Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 68, 3-11.

Baxter, G. P., & Shavelson, R. J. (1994). Science performance assessments: Benchmarks and surrogates. *International Journal of Educational Research*, 21, 279-299.

Berkson, L. (1993). Effectiveness of problem-based curricula: Research and theory. *Academic Medicine*, 68, 579-588.

Bridges, E. M. (1992). *Problem based learning for administrators*. Eugene, OR: ERIC Clearinghouse on Educational Management.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.

- Colliver, J. A. (2000). Effectiveness of problem-based learning curricula: Research and theory. *Academic Medicine*, 75, 259-266.
- Dennis, J. K. (2003). Problem-based learning in online vs. face-to-face environments. *Education for Health*, 16, 198-209.
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13, 533-568.
- Gallagher, S. A., & Stepien, W. J. (1996). Content acquisition in problem-based learning: Depth versus breadth in American Studies. *Journal for the Educational Gifted*, 19, 257-275.
- Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P., & Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: A meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*, 75, 27-61.
- Hartling, L., Spooner, C., Tjosvold, L., & Oswald, A. (2010). Problem-based learning in pre-clinical medical education: 22 years of outcome research. *Medical Teacher*, 32, 28-35.
- Hedges, L., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. San Diego, CA: Academic.
- Hmelo, C. E., & Ferrari, M. (1997). The problem-based learning tutorial: Cultivating higher order thinking skills. *Journal for the Education of the Gifted*, 20, 401-422.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63-85.
- Maung, M., Abas, Z. W., & Abdullah, A. (2006). Utilisation of different resources for self-directed learning by students undergoing an integrated problem-based medical curriculum. *Journal of Institutional Research in South East Asia*, 4, 17-24.
- Michel, M. C., Bischoff, A., & Jakobs, K. H. (2002). Comparison of problem- and lecture-based pharmacology teaching. *Trends in Pharmacological Sciences*, 23, 168-170.
- Peters, A. S., Greenberger-Rosovsky, R., Crowder, C., Block, S. D., & Moore, G. T. (2000). Long-term outcomes of the new pathway program at Harvard Medical School: A randomized controlled trial. *Academic Medicine*, 75, 470-479.

- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic procedures for social research*. Newbury Park, CA: Sage.
- Schmidt, H. G., van der Molen, H. T., Te Winkel, W. W. R., & Wijnen, W. H. F. W. (2009). Constructivist, problem-based learning does work: A meta-analysis of curricular comparisons involving a single medical school. *Educational Psychologist, 44*, 227-249.
- Segers, M., Dochy, F., & de Corte, E. (1999). Assessment practices and students' knowledge profiles in a problem-based curriculum. *Learning Environments Research, 2*, 191-213.
- Sendag, S., & Odabashi, H. F. (2009). Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills. *Computers & Education, 53*, 132-141.
- Shavelson, R. J., Gao, X., & Baxter, G. P. (1996). On the content validity of performance assessments: Centrality of domain specification. In M. Birenbaum & F. Dochy (Eds.), *Alternatives in assessment of achievements, learning processes and prior learning* (pp. 131-143). Boston, MA: Kluwer Academic Press.
- Stepien, W. J., & Pyke, S. L. (1997). Designing problem-based units. *Journal for the Education of the Gifted, 20*, 380-400.
- Strobel, J., & van Barneveld, A. (2009). When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses comparing PBL to conventional classrooms. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 3*(1), 44-58.
- Tiwari, A., Lai, P., So, M., & Yuen, K. (2006). A comparison of the effects of problem-based learning and lecturing on the development of students' critical thinking. *Medical Education, 40*, 547-554.
- Torp, L., & Sage, S. (2002). *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 Education*. Alexandria, VA: Association for Supervision & Curriculum Deve.
- Udall, A. J., & Daniels, J. E. (1991). *Creating the thoughtful classroom*. Tucson, AR: Zephyr Press.
- Vernon, D. T., & Blake, R. L. (1993). Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine, 68*, 550-563.
- Walker, A., & Leary, H. (2009). A problem based learning meta-analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines,

and assessment levels. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 3(1), 12-43.

Wirkala, C., & Kuhn, D. (2011). Problem-based learning in K-12 education: Is it effective and how does it achieve its effects? *American Educational Research Journal*, 48, 1157-1186.