

# 科學問題發現與教學實務關係之探討

## Relationships between Scientific Problem Finding and Instructional Practice

陳柏霖\*  
Po-Lin Chen

(收件日期 104 年 7 月 5 日；接受日期 105 年 1 月 12 日)

### 摘 要

問題發現是問題解決的第一步，問題解決是目前狀態與一個目標狀態之間的差距，問題發現是發現這一差距的行徑。本文旨在探討科學問題發現概念、發展及其與教學實務之關係。研究者歸納相關研究，提出三種提升學生科學問題發現的策略：一、教師營造良善的提問環境，鼓勵學生提問。二、教師結合日常生活的問題，進一步延伸至科學問題發現。三、強化學生提問能力，由淺入深與由生手成爲專家。在教學上搭配多元評量，教師設計適合評估科學問題發現的工具，將可具體評估學生問題發現的能力。

**關鍵詞：**科學問題發現、問題發現

---

\* 玄奘大學應用心理學系助理教授

### **Abstract**

Problem finding has been suggested as the first step in problem solving, where problem solving points to a process of closing the gap between an initial state and a goal state, whereas problem finding is the act of discovering that gap. This study explores concept analysis of scientific problem finding, development, and instructional practice. According to the literature review, we consider three dimensions to be improved, as follows: 1. Development questioning environment, since questioning strategies have been found as having a direct impact on student learning outcomes; 2. the match between scientific problem finding and life issues; 3. promotion to learner questioning strategies, from shallow to deep, and from novice to expert. Based on the results, suggestions for practitioners of this mechanism are proposed.

**Key words:** Scientific Problem Finding, Problem Finding.

## 壹、緒論

在《老鷹法則》一書中，鴨子每當面對問題時，他們常常會提出令自己越往水池深處游去的問題來問，例如：爲什麼每次我都會發生這樣的事情？事情都已發生了，我能怎麼辦？怎麼會是我啊？然而，老鷹會提出：「假設，我會有個很理想的解答，誰可以幫我的忙呢？我會從中學到什麼教訓呢？我要如何嘗試新的方式，尋找辦法與出路？」諸如此類的問題（謝靜怡譯，2007）。可以看出懂得從問題發現的老鷹，當遇到問題時，會想辦法從中解決，而不是像鴨子只會尋求逃避。Paletz 與 Peng (2009) 指出，問題發現是問題解決至關重要的第一個步驟。

哲學家 Aristotle 曾言：「思考來自於驚奇和疑問的開始」。Einstein 亦云，發現一個問題往往比解決一個問題更爲重要，它代表科學真正的進步（陳麗君、張慶林、蔡治，2005），而這些發現問題可能是促使科學前進之驅動力 (Lee & Cho, 2007; Pryzwansky, 1989)。尤其，隨著創造心理學的發展，認知心理學家競相研究如何去創造，如何去解決問題，但卻很少人研究如何提問，如何去尋找問題；其實沒有問題，就沒有解答（郭有適，1994）。直到近年國內外針對此一議題的研究有向上發展的趨勢（如李明昆、洪振方，2010，2011；林沂昇，2003；林育秀，2005；Chu, Chen, & Lin, 2010; Lee & Cho, 2007; Paletz & Peng, 2009）。Einstein 與 Infeld 曾說：「提出問題比解決問題來得重要，其價值等於甚或高於找到問題的答案，解決問題僅是數學上的技巧而已；然而提出新的問題、新可能性，既有問題，則需要豐富的想像力 (Runco & Chand, 1994)。」一個問題的呈現方式會影響對記憶中訊息的搜尋，我們常觀察到視覺的想像力，能使問題的解決更具有創意，例如愛因斯坦因觀察到光束路徑該視覺形象而發展出相對論中的其中一部分理論 (Lubart, 2003)，可見從觀察到的現象中發現問題、提出問題比從解決問題中更有可能有新的發現。如同李秀晟、楊棠皓與鍾崇燊 (2009) 提到，科學家運用科學方法解決問題，包含：觀察、假設與推論、預測、及實驗與驗證四個步驟，換言之，科學家從觀察或實驗得到的新訊息，加以判斷假設與預測的正確性。

在十二年國教課程中，培養學生獨立思考與解決問題，業已成爲能力指標之一，然而國內的教學現場，對於教導問題發現的技巧或是提問是非常少的，學生如何在學校的學習階段，教師就積極地藉由教學活動提高他們的發現問題的能力，引導學生提出有意思的問題，從而進行有創意的解答，同時記錄與反思，隨時進行意義的建構（溫肇東，2006）。如同洪振方 (2003) 提到，科學教育工作者應思考如何佈局以建置合適的探究學習環境從而引領學生進行探究活動，以及如何佈題以激發學生在探究活動中思索問題與解決問題。目前國內仍持續推動創造思考，但 Getzels 與 Csikszentmihalyi (1976) 認爲在創造思考中，問題解決並非是最重要的過程，反而發現要解決的問題才更是核心。

本文採用文獻回顧，旨在探討科學問題發現的意涵，試著將國內外相關研究進行統整，希冀藉由文獻評閱，探究有助於實務現場推動科學問題發現的策略或方法，進而培養具有高層次思考的學生，最後評析如何針對科學問題發現進行測量與評量。

## 貳、問題發現與科學問題發現之意涵

### 一、問題發現的意涵

國內外研究者對於問題發現的涵義有不同的認知或類型，並且不同領域其觀點亦不同，或許可能有差異，以下分別說明。首先，要瞭解何謂問題發現，即需理解什麼是「問題」？Dillon (1982) 將問題分成三種類型，分別為（一）「現存的問題」(presented problem)：指教科書中常見已設計好的問題。（二）「發現性問題」(discovered problem)：指給定一些資訊學生從矛盾訊息中發現問題所在。與（三）「創造性問題」(created problem)：在狀況不明朗情境中，讓學生獨自創造問題，若個人所建構出的問題越偏向「創造式問題」，則越可能有不同的解決方法，可說明三種問題是呈由易而難的排列，其中前兩種問題發現的方式係因個體察覺問題情境中存在明顯的或隱晦的「問題事件」，而第三種問題發現的方式則出自個體的主動創造。根據 Dillon 的分類，可說明這三種問題，最後在其解決方法的程度有所不同，可見解決問題的必要。所謂的問題解決，表示一個結束在一種初始狀態和一個目標之間差距的過程；而問題發現是發現那個缺口的行為，所以問題發現被認為是行為、態度與想法指向、明確地敘述，並且創造問題的想法 (Lee & Cho, 2007)。

Dewey 在探究問題解決的過程中提到，他認為問題解決有下述五個階段（引自 Mumford, Reiter-Palmon, & Redmond, 1994）：（一）遭遇到困難或感覺到困難。（二）確認問題存在，並界定問題。（三）提出可能解決的方式。（四）從所有可能解決的方式中找出最適當的。（五）檢驗所選定解決的方式。Dewey 認為，任何有意義的認識或探究都必須經歷過上述這五個階段，而「疑難」或「問題」則更是認識或探究的起點（許育彰，1999）。從 Dewey 的觀點，問題探究的起點是問題發現，要達到 Dillon 所分析較高層次的創造性問題，得先瞭解問題是如何發現？發現問題是問題解決之要 (Jonassen, 2004)，甚至問題發現在不同領域的界定亦不相同 (Lai & Grønhaug, 1994)。

Artley、Van Horn、Friedrich 與 Carroll (1980) 指出，問題發現是一種擴散性思考的過程，對於學生而言，不需依賴於領域，與其個人問題創造過程有關。Jay 與 Perkins (1997:258) 認為「問題發現」的定義含括：（一）構想並審視問題，（二）界定並形成問題，（三）評估問題的質量及其解決方案的制定與選擇，（四）重塑問題。

邵惠靖 (2002) 則認為，問題發現是個體經由既有的認知或自行創造（想像、提出、形成）的方式，對內在心理或外在環境中的矛盾、困難、新奇、或一般事件，設定不同於其現有狀態之目標狀態的過程。個體不是為了發現問題而去「發現問題」，因為「問題發現」的過程中，個體可能是無意識的。

從互動論 (interactionism) 的觀點來看，「問題發現」是由認知主體設定目標、設定條件限制、形成問題結構，它自然包括了問題的構想、界定、形成、評估、重塑與創造；而 Chan 說明，在問題解決歷程當中，解題者如果遇到困難或瓶頸，常常必須重新界定問題，在反思問題目標與條件的時候，往往就會發現或創造新問題（詹志禹，2002）。

綜合上述，在問題解決的歷程中，問題發現是問題解決之要，如何界定問題，本質上就有層次的不同，在不同領域問題發現的界定也有所不同；要發現問題，有可能是個體在無意識狀態下，所發想出的問題。

## 二、科學問題發現意涵

過往研究指出，問題發現會受到領域特定性的影響（李明昆、洪振方，2011；洪文東，2006）。在科學領域問題發現極為重要，Jungck 認為科學研究歷經三大階段，包括提出問題、解決問題及說服 (Watkins, 1992)。而洪文東 (2006) 指出，科學的探究源自於好奇，而好奇引發出問題，從問題發現至問題解決，促進科學領域的發展，過去許多重大科學發明與發現，都是一種由問題的發現到問題的解決之成果。如同李金連 (2005) 提到，當人類遇到障礙或問題時，需要克服與解決，必須建立在個人所具有的常識與科學理論之先備知識上，將影響解決問題的科學認知活動。科學探究是一種發現問題與解決問題的循環過程，在探究過程中，需將自己的實驗結果提出與他人討論，藉由相互的激盪與批判，產生一個最能有效解決問題的論點（洪振方、賴羿蓉，1997）。科技史學家 Carlo Cipolla 曾問：「為什麼某些人會以特別的方式，回應人類的需求，而某些人卻無動於衷？」趨使發明家的動力是什麼？Carl Jung 認為，「有創意的頭腦喜歡思索他所喜愛的事物」，這種動力源自於孩兒時期的實驗和想像，新事物的創造，並非由高深的學識所完成，而是內在的需求，以及致力於探究事務的本能（林宜瑄譯，2006）。

魏炎順 (2004) 則認為洞察力 (insight) 即發現問題或確認問題的思考過程中對創造力顯現的影響甚大，實作者必須自己去發現且定義出許多相關的設計問題，才能找出明確的設定目標。回想科學領域的發展，許多科學創造性成就的原動力來自「問題的發現與探索」，並憑藉個體本身原有「豐富的舊有知識」，當做科學錯誤中發現思考的來源，經過靈感、想像與直覺頓悟，以及「邏輯論證」產生新的科學創造思考使得昇華（洪振方，1998）。科學家的問題發現，源自於異常的資料或與原先想法不一致的發現，經過深思熟慮後，科學家才提出假設，經由推論提出預測，再設計實驗，檢驗假設的合理性，一旦假設被確認，科學家才公開發表結果（王靜如、周金燕、蔡瑞芬，2006）。

丁興祥 (2000) 以傳記資料分析當代傑出科技人才創造發展，發現他們在從事科學研究或實務工程時，常常會遇到困難，不輕言放棄，不斷觀察、嘗試、修正錯誤，提出新的方案，直到問題解決為止，即使解決了問題，也會不斷加以改進，寄望精益求精。究竟科學家的問題發現是有跡可尋，還是從錯誤或意外中發現新的可能（鄭瑛珍，2000），陳柏霖 (2008) 提到，科學家透過頓悟或擴散式思考所得到的想法，可能就是一個偉大的發現；高分組的「數理、自然科學及生命科學」領域創意成就者，在使用「錯誤中發現」策略方面，顯著高於中分組與低分組低的創意成就者（陳柏霖、林偉文，2011）。也就是說，領域創意成就越高者，越可能從錯誤中發現新的可能。

綜合上述，科學家若欲發現問題，除了擁有高度的好奇心，亦必須擁有洞察力，因而在科學探究的過程中，發現別人可能未注意到的現象或結果，例如：著名的 Roentgen 之

X 射線、Einstein 的相對論、Kepler 的行星運動三定律、Newton 的運動定律及萬有引力定律、Fleming 的青黴素、及 Darwin 的進化論，皆是科學領域問題發現著名的事例。然到底其發現的歷程為何，即使在科學領域，其學門的不同與思考的迥異，可能皆會有不同的發現。

## 參、問題發現模式

既然問題發現有領域特定性，不同研究者對於問題發現模式的詮釋也有所差異，接下來將針對著名的問題發現模式進行說明。

### 一、Hoover 和 Feldhusen 的理論模式

Hoover 與 Feldhusen (1994) 認為在科學中的問題發現與問題解決間的區別就像「產出假設 (hypothesis generation)」(問題發現) 與「驗證假設」(問題解決) 一樣。Hoover 和 Feldhusen 指出，科學問題發現的模式中包含四個要素：(一) 記憶組織與促進：在特定領域或知識的脈絡下之記憶的組織和促進知識的記憶。(二) 捷思法：獲得知識或訊息時會使用特定和一般的技巧或啟發法，以便與現存的知識整合。(三) 後設認知的技巧：導引、控制、監控和評價產生知識、重組知識的過程，與訊息擷取過程所使用的後設認知或執行的策略，並利用這些過程來存取訊息。(四) 非認知性因素：包含有曖昧容忍度 (tolerance for ambiguity)、場地獨立－依賴性 (field dependence- independence)、反思型－衝動型 (reflectivity impulsivity)、與興趣或動機。此模式是由「問題解決」的特性出發，再進而延伸與界定出「問題發現」模式，因此可試著集合問題解決、後設認知、策略發展與使用以及知識庫的發展，說明問題發現潛在過程，如圖 1 所示。

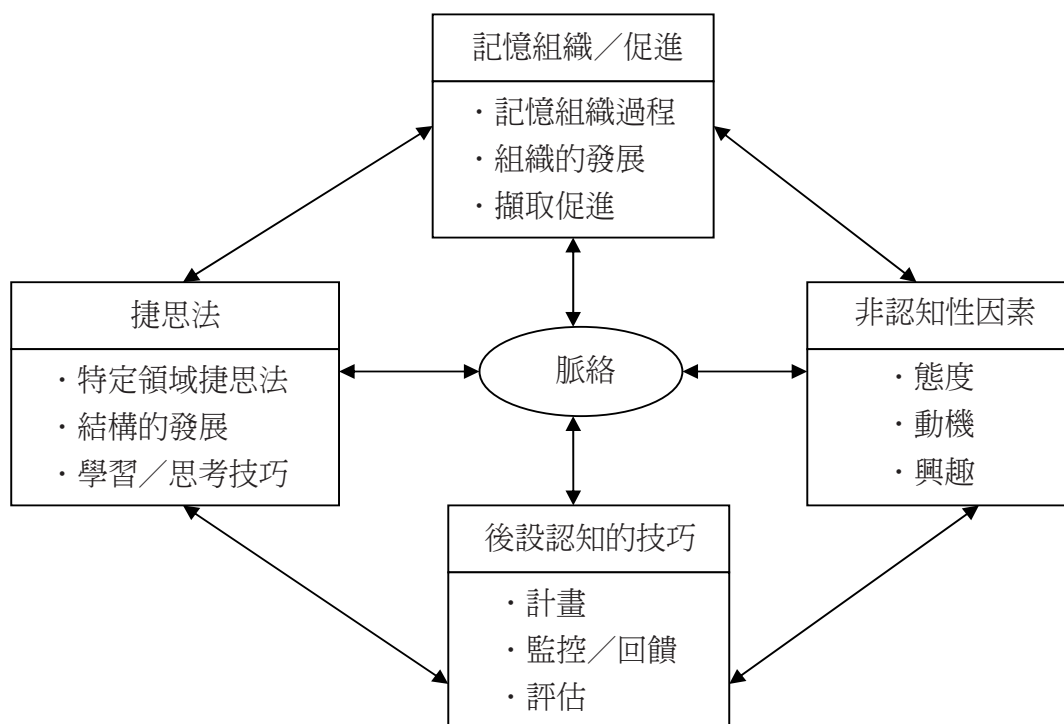


圖 1 問題發現/問題解決的假設構成模式

資料來源：From “Scientific problem solving and problem finding: A theoretical model”, by S. M. Hoover, & J. F. Feldhusen, 1994. In M. A. Runco (Ed.), *Problem Finding, problem solving, and creativity*. (p.214). Norwood, NJ: Ablex.

## 二、Ertmer 和 Slepich 模式

Ertmer 與 Slepich (2005) 則建立在專家和生手的文獻評閱上，認為專家思考有兩個主要環節，即是「問題發現」與「問題解決」，並確立在若干相互關連的子成分 (sub-components) 上。若使用該模式做為教學技巧，其首要目標是設法幫助學生發展自己的能力去思考，使其更像專家的思維。

圖 2 表示問題發現即是一個明確而簡潔的代表性，問題在特定的情境下：(一) 組合 (synthesizing)：結合現有的資料，對這個問題情況與現有的知識和經驗，闡明一個連貫表示情況的表格，一個或兩個核心問題。(二) 基本原則 (focus on principles)：解讀現有的資料和描述，在特定情況下，瞭解所有背後問題抽象的概念。(三) 找出問題之間的關係 (identifying relationships among issues)：發展一個連貫圖片的情況，連結計算問題發現，它們的相互關係或業務重點。(四) 反思 (reflection)：聚焦於什麼是「已知的」和「推論的」基礎上作出決策的訊息 (Stepich & Ertmer, 2009)。

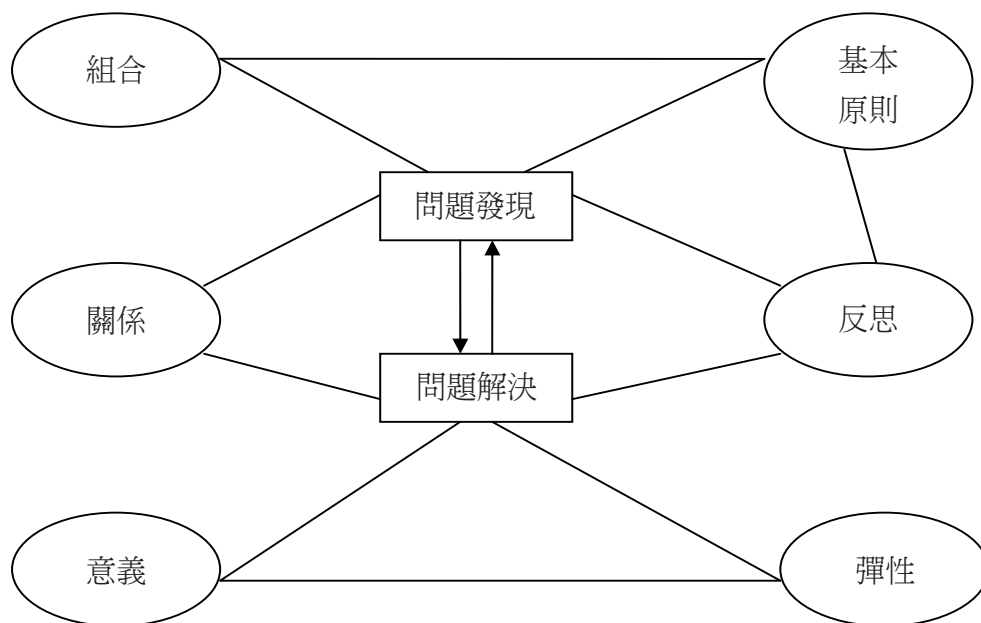


圖 2 問題發現與問題解決概念模式教學設計與使用

資料來源：From “Teaching instructional design expertise: Strategies to support students’ problem-finding skills”, by D. A. Stepich, & P. A. Ertmer, 2009, *Cognition and Learning*, 7, p149.

什麼是問題解決？意指發展明確的計畫和相關解決方案，明確提出解決方案，描述了如何解決「發現」了問題，其包括：(一) 找出解決方案之間的關係 (identifying

relationships among solutions)：發展一個連貫的解決方案計畫，建議解決的辦法和發現的問題之連結，及其相互關係方面。(二) 影響的考慮 (consideration of implications) 思考解決思路，明確考慮如何實施這些想法，可能有什麼影響。(三) 靈活的問題解決 (flexible problem solving)：提出解決方案，早在問題解決的過程，修改或消除這些額外的訊息使其變得可用 (Stepich & Ertmer, 2009)。

### 三、Ramirez 創造性問題發現模式

Ramirez (2002) 認為，問題發現是一種創造性的活動，先解決問題，即能力假設在 (一) 挑戰自己的假設，(二) 不要總是服從命令和規則，(三) 發展的態度，以新的思路，(四) 否定「方案」(formula)，作為一種解決問題的方法，(五) 不訴諸「速戰速決」(quick-fix) 政策的解決方案。基於上述，問題發現有三個步驟 (如圖 3 所示)：1. 檢查網絡互連的東西－互連分析：一切都直接或間接聯繫到來源和取得，來自某些方面表現出來的明確或含糊。一切連接到的東西也擁有類似的特質，以創意支持同樣的想法，以圖像的項目表示相同的特質，透過文化找到信念的表達。然而要如何連結，可使用 Buzan 的心智圖法 (mind mapping)、Gabriel Rico 的群集 (Clustering)、Charles Hess 等人的腦站點設計 (brain webs designed)、或是在組織使用腦力激盪。2. 探索可能和其他問題：在動態世界的教育環境，並非所有的問題點都相同；在探索可能和其他的問題，管理者需要提出各種的問題，如那些研究互連的東西，背後採取行動的動機，對現實的看法，表達對於意圖、後果、原因、及影響－從而探索許多因素與問題有互連，而且還要求開放，創新，真誠和自由的表達。3. 提出正確的問題：在用盡一切可能和替代的問題，管理者連同團隊，需要選擇最佳的替代問題或提出正確的問題。

Ramirez 的三階段問題發現模式，即說明問題一開始較不明確，所以需要互連進行分析，接著以步驟 1 為基礎，探索可能和其他的問題，最後提出正確的問題。

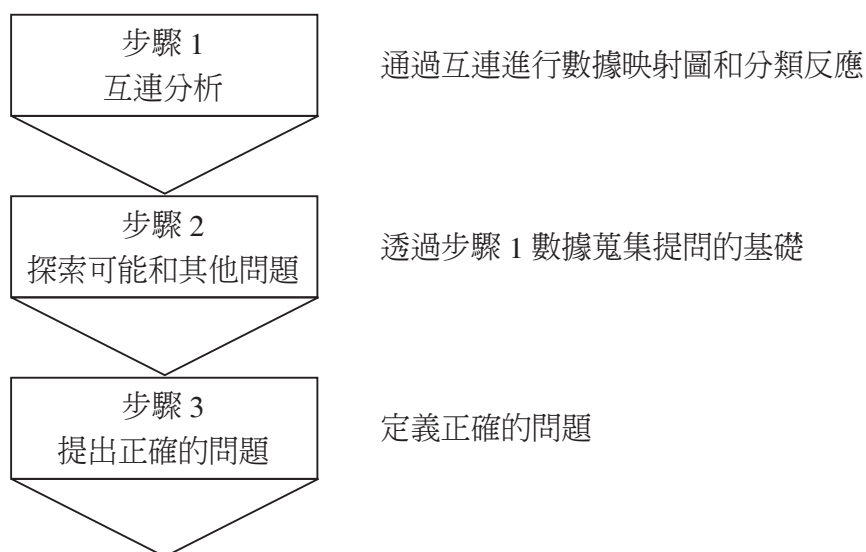


圖 3 三階段的問題發現模式

資料來源：From “Finding the right problem”, by V. E. Ramirez, 2002, Asia Pacific Education Review, 3, p20.



#### 四、此三種模式對教學情境的啟示

所謂的「問題」，包含「現存的問題」、「發現性問題」、及「創造性問題」。當瞭解問題層次的不同，其解決方法也不盡相同，當要解決問題，其首要關鍵為「問題發現」，Runco (1994) 認為，問題發現應當呈現一組交互作用的技巧，其中包含審視問題、提出問題以及問題解釋 (Getzels & Csikszentmihalyi, 1976)。一個好的問題表徵應具備：初始狀態、目標、物件、操作規則和限制，若具備這五個條件即為良好的問題，否則為不良的問題 (ill-defined problems)，前者由於定義良好，比較容易獲得正確答案；後者，往往因為定義不太清楚，較不容易有完整的解答 (鄭麗玉, 2009; Chi & Glaser, 1985; Jaarsveld, Lachmann, Hamel, & Leeuwen, 2010)。Hoover 和 Feldhusen 所提的問題發現／問題解決假設模型，和上述文獻可看出影響問題發現和問題解決過程的因素，可能包括問題解決者的背景知識、問題解決者的後設認知能力、所採用的捷思法、其態度、動機為何。至於 Ertmer 與 Slepich 的教學模式，呼應要解決問題，得先問題發現，問題發現的過程包含「組合」、「基本原則」、「關係」、及「反思」，而問題解決的過程有「關係」、「反思」、「意義」、及「彈性」，可發現「關係」與「反思」是問題發現與解決共同有的概念。

問題發現是問題解決的本，沒有問題的發現，又怎麼會有問題需要解決，所以問題發現在問題創造歷程中扮演不可或缺的關鍵性角色 (Chan, 2001; Jonassen, 2004; Lee & Cho, 2007; Mumford, Reiter-Palmon, & Redmond, 1994; Stepich & Ertmer, 2009)。

### 肆、提升學習者科學問題發現之策略

學校要培育具有問題發現的人才，學校氛圍勢必要良善。傳統型的學校，教師問題發展來自教科書或文本資料，再提供給學生；然而在問題良善的學校，學生至少需要有一些思考時間，再提出問題，並確定其創造性努力的方向 (Starko, 2000)。因此在學校，鼓勵學生提問，教師鼓勵學生懷疑並尋求解答學習者的提問，如為什麼事情會發生？事情是如何發生？會發生什麼？如果個人的介入，事情會有什麼不同情況的發生 (Starko, 2000)？學校是為了什麼目的，可以發現有天賦的問題發現者？如果教育的作用是發展個人的天賦和才華，發展一個人在能力範圍內，如何提出不同難度的問題 (Starko, 2000)。以下筆者分別從三個方向，提出如何有效提升科學問題發現。

#### 一、教師營造良善的提問環境，鼓勵學生提問

Runco (2007) 指出，問題可以是一種帶有特定目的與困境的情境，個體想要達成某個目的，必須先解決某種困境。教師應當於學生在進行科學問題探究過程中，提供機會使其學習從已知的陳述或前提中，辨認論述之間所隱含的關係，找出必然導致結果之能力，並鼓勵學生進一部衍生出其他獨特的想法，其將能有效提升學生各類問題發現能力 (林育秀, 2005)。Lee 與 Cho (2007) 研究中發現，科學知識在問題發現產生變化，取決於其間

題情境的結構，若在無結構性的問題情境裡，鼓勵學生開啓他們的科學知識，其非認知的因素可以幫助他們找到問題；而在結構性問題情境裡，若能鼓勵開啓學生的擴散性思考和內在動機將更有效。在課室環境裡，透過各式各樣的方法鼓勵學生從問題中發現 (Runco & Chand, 1994)。當學生問題發現能力越好，則提出解題想法能力也越佳，因此，鼓勵學生創造性思考地去發現問題，甚至提出有意義的科學問題，可能比單純的追求正確答案更具有意義 (何偉雲, 2002)。所謂創造比解決更困難，如何培育學子問題發現的能力更是重要，科學是解決人類生活的問題，透過科學實驗的過程中，從中探索與體驗，進而發現新的科學問題。

在教育上，傳統教學著重教師講授方式進行，學生缺乏主動探索、發覺問題與獨立解決問題的能力。然而問題發現能力較好的學習者，其表現也較佳 (如林育秀, 2005; Barber, 1981; Lee & Cho, 2007; Runco & Chand, 1994)。所以 Starko (2000) 指出，良善型的學校，較能增進學生的提問，而提問本身具有特定意義，教師若能運用提問作為教學策略，鼓勵學生提出問題，無論是「良好的問題」或是「不良的問題」，皆給予鼓勵 (鄭麗玉, 2009; Chi & Glaser, 1985)，並幫助學生學習計畫、監控和評價自己在科學學習過程所使用的認知策略，以提升學生問題發現能力 (林育秀、洪振方、林日宗, 2014)。

Starko (2007) 曾以個案的形式，請一位有任教七年經驗的老師，針對三至五年級的學生，規劃與執行六週的問題發現課程，提出以下四種策略，包括：(一) 課室環境需促進冒險與尊重學生不同的認知能力，尤其對於年齡越大的學生，更能運用經驗發現問題；(二) 教師需要提出策略，學生應具備背景知識與技能；(三) 課程內容應慎重選擇；(四) 促進學生獨立探究的能力。或是運用 Ramirez (2002) 的問題發現模式，循序漸進的引導，激發學生的學習興趣，增強他們的求知 (主動提出問題)，並隨著教學的環境的變化而作相應的變化，針對問題作多方面的思考並勇於說出自己的想法，將有助於問題發現與解決問題能力的發展。李明昆與洪振方 (2010, 2011) 皆證實，提問能夠深化學習品質，有助於個體發展與創造的開始。Colbert、Olson 與 Clough (2007) 以網路平台的討論區作為大學生提問課程內容問題之研究，研究結果發現，提問活動對科學學習有助益。

當學生開始大量的提問，教師也不斷鼓勵學生提問，班級環境的良善氛圍也產生時 (Starko, 2000)，培育問題發現的人才即是指日可待。張民杰 (2010) 則提到，教師課前可編製一些提問的題目，或是老師課前要準備，才能夠充分回答學生問的問題。在課堂上營造豐富的教學情境，激發學生學習動機，培養學生的學習興趣，給學生實質性提問機會，導引學生主動參與、樂於探究、勤於思考、善於動手，使課堂變成充滿興趣的師生交流場所，這種教學方式將有利於促進學生創造性問題提出能力的發展 (韓琴、胡衛平、周宗奎, 2007)。

## 二、教師結合日常生活的問題，進一步延伸至科學問題發現

在課室環境中，教師鼓勵學生進行問題發現的構想，學生通常所提的問題較屬於程序性問題，不深入或有特別見解的問題 (Brown & Walter, 1990)。因此，學生從提出問題納

入到新材料的引進，在某種程度上即減慢了學生，建立新的和舊的觀念的理解 (Franske, 2009)。

鄭瑛珍 (2000) 指出，若能在教學上使教學內容與生活聯結，則較能促發學生主動學習。過往研究指出 (謝甫佩、洪振方, 2004; Beerer & Bodzin, 2004; Sandoval & Daniszewski, 2004)，使用提問或延伸問題方式，使學生在探討日常生活經驗中有意義的問題、或使學生聚焦在探究各自的問題觀點、促使學生明確的表達推理過程。LaBanca (2008) 指出，問題發現即是一種創造性過程，是個人對研究發想的開始，其以中學理科學生為對象，參與一項國際競賽，採用三角檢驗法 (訪談、文件分析、調查法) 與不同來源 (學生、教師、導師，公平的董事，文件)；結果發現，學生的方案品質影響問題發現的質量，有專業經驗的學生，其有效的問題發現是使用過去的資源。

李明昆與洪振方 (2010) 研究發現，國三學生在真實情境 (以潮汐現象為問題) 中進行提問的意願是積極的，若要增進學生的提問，必須結合真實的情境或自我經驗。提問能夠有助於學習，若能進一步執行提問問題的探究活動，學生將可進行經驗與思維的重組，形成更深刻的學習經驗 (李明昆、洪振方, 2011)。

由於問題發現能力的培養不是短時間急促可成，日常生活總是有問題需要解決，然要解決問題，一定會先發現問題 (如 Beerer & Bodzin, 2004; Chan, 2001; Jonassen, 2004; Lee & Cho, 2007; Mumford, Reiter-Palmon, & Redmond, 1994; Sandoval & Daniszewski, 2004; Stepich & Ertmer, 2009)。因此，培養學生從日常生活發現問題，再引導至學科領域的問題發現，而不是盲目獲得知識的答案。如同林偉文 (2011) 提到，任何的創造都需要對問題的深度理解，並且能從不同觀點來理解問題，需要進行深度的觀察、資料蒐集與應用相關知識。固特異輪胎與橡膠公司的 Charles Goodyear 曾說，「科學研究無法查知的事物，常因意外事件而發現，而發現者常是能敏銳觀察週遭事物相互間關聯的人」 (林宜瑄譯, 2006)。

另外，Perkins (2000) 認為突破性思考的五個方式，對於突破現有問題的思維，轉化問題的想法，亦有助益。而梁家猷 (2002) 提到，科學的發現，往往可能是由猜想而知，利用適當的玩具，應用在適合的主題上，不只可提升老師的教與學生的學，更能訓練學生進行高層次思考。至於洪振方與陳宜珮 (2000) 則提到，促進學生思考與形成問題、探究問題的教學為科學教學與學習的核心。

### 三、強化學生提問能力，由淺入深與由生手成為專家

既然提問是問題發現很重要的策略，對於不同教育階段的學生而言，如何提升學習者提問的能力，在策略上也有所不同。

連啓瑞與盧玉玲 (2005) 以小四學生為對象發現，學生所提出科學之問題，主要在低層次之範疇；問題主要屬於「名詞定義型」與「現象解釋型」，而對於較高層次之「實驗探究型」問題甚為鮮少；這樣的結果與 Lee 與 Cho (2007) 以韓國小五學生為對象的發現雷同，也就是從學生的提問可看出不同程度的結構性問題。蘇秀玲與謝秀月 (2006) 發現，

小四學生的問題解決歷程是有跡可尋，先是瞭解科學問題，接著發現問題，提出可行的方法，再進行驗證與解決。其實，林沂昇 (2003) 曾指出，小學生在其科學問題發現的思考模式上，缺乏「重組」、「歸納」以及「評鑑」思考方式，國小的科學教育可能缺少訓練學生評鑑、修正或驗證自己的想法，有待強化學生提問的能力。

Chin 與 Brown (2000) 曾分析美國某中學 102 名八年級學生在物理學習策略的掌握和應用上的差異後指出，學生發現和提出問題能力的差異，可做為學生在學習策略差異的重要表現之一。Hu 與 Han (2006) 曾以中國學生為對象，二年級和三年級的科學創造力問題發現沒有區別，四年級的學生有較佳的表現，五年級比四年級的情況越好，但沒有顯著差異。接著，Hu 等人再以三至十一年級的學生為對象，結果發現在五年級學生科學創造力問題發現持續發展，到了八年級達到顛峰後開始下降，九至十一年級呈現穩定狀態，而開放式的條件，讓學生可更專注於產生更多的原始問題，但封閉式的條件，學生可以運用現有的科學知識，尋找相關的問題。

陳麗君與鄭雪 (2011) 以中國大學生為對象，問題發現過程可劃分為現狀搜尋與表徵、目標探索、提出問題、評價及修正問題等四個有順序性的認知階段，各階段出現的先後順序存在顯著差異。Chu、Chen 與 Lin (2010) 以臺灣大學生為對象發現，大學生善於從問題線索發現問題，但卻未重新定義問題或創造新的概念。

關於不同年級的學生，其問題發現的歷程與品質為何？一直是國內外研究欲瞭解的。經由上述結果可知，在國內，小學生的問題發現與解決模式是有跡可尋，而所發現的問題，主要屬於低層次的範疇；至於大學生則善於從問題線索發現問題。

既然提問有助於學生高層次思考的學習，在課室環境中，鼓勵教師引發學生以問題導向為學習中心，將所提出的問題納入到新材料的引進，雖在某種程度上減慢了課程進行，但卻是建立新的和舊的觀念之理解 (Franske, 2009)。提問要由淺入深，由易到難，從簡單到複雜，由生手至專家，如同 Ertmer 與 Slepich (2005) 的教學模式，可從「組合」、「基本原則」、「關係」、及「反思」的過程，提升學生的問題發現，當發現問題，之後在循著問題解決的過程－「關係」、「反思」、「意義」、及「彈性」的概念解決。

因為專家具有特定情境的知識，以及廣泛的特定情境經驗，這些知識與經驗也將會影響表現 (黃志雄, 2006)，而專家可以成為生手模仿的對象，提供生手問題發現之初的支持性協助 (詹志禹, 2002)。另外，Hoover 與 Feldhusen (1994) 的問題發現／問題解決模式，其中捷思法強調獲得知識或訊息時會使用特定和一般的技巧或啟發法，以便與現存的知識整合，這就是專家問題知識的表徵。

## 伍、評估學習者科學問題發現之能力

問題發現比問題解決的層次思考更高，如何進行有效的科學問題發現的測量與評量？

基本上，問題發現亦是一種基本的關鍵能力，根據詹志禹等人(2008)統整與調查高等教育招生選才指標的系統建構中，即明確指出大學生應該具備「創造力」，包括：問題發現、擴散思考、洞識力、想像力、類比思考。既然問題發現的重要，尤其是在科學領域，更是有助於科學的推展與演變，如何基於開放的氛圍下，促進學生問題的構想與發現，如何進行測量與評量即顯得重要。

要進行測量，首先要有良好的工具與設計符合學生所理解的情境，其次，在評量上，制訂評分尺規 (scoring rubrics)，確立學生的學習成效，以下加以說明。

如何評量學生的科學問題發現，林沂昇(2003)曾使用「科學問題發現評測工具」，分別以研究生與小學生為對象，評量受試者的發現科學問題能力，同時採用臨床晤談法、放聲思考法、半結構式訪談進行探究。Chu、Chen 與 Lin (2010)曾設計「科學問題提問問卷」，請受試者閱讀完一個關於科學主題的短句（太空船、聲音），開始思考與這個短句有關的科學問題，同時寫下或畫出想到某一問題時，腦中所出現的圖像、影像、聲音、旋律或是文字；其次撰寫「科學問題建構測驗」，請受試者在閱讀完一個「情境描述」後（如酸性土壤、溪流保育），開始思考跟這個情境相關的科學問題。

而李明昆與洪振方(2010, 2011)設計「科學問題提問問卷」，編製過程中參考 Lee 與 Cho (2007)「非良好結構作業」(ill-structured task)之工具，請受試者閱讀完情境之後撰寫問題（如潮汐、火山），在評定上可分為「科學問題類型」與「科學問題思考層次」及「科學問題定義」三種層次。陳麗君與鄭雪(2011)探討問題發現過程，以問題總數量、核心問題比率、變通性、深刻性、精緻性、新穎性和矛盾問題擊中率作為測量指標，採用個別實驗，請大學生針對科學問題（如腦紋測試）與一般日常生活問題（郵件運輸車被搶），運用放聲思考法進行研究。

從上述可瞭解，進行科學問題發現，首先需要一個情境，提供給受試者發想，藉由受試者所發現的問題，測試者可以問卷的形式，請受試者寫下，或是採用放聲思考或個別晤談方式，請受試者提出問題，再依據不同指標，如提問的數量、品質、結構性或非結構性問題進行實徵分析。

在教學現場如何進行科學問題發現的評量，可以採用真實評量 (authentic assessment) 與實作評量 (performance assessment)。Garcia 與 Pearson (1994)指出，真實評量的工具與活動和實際教學息息相關，完全是由教學者所設計，評量在實際班級教學脈絡下的真實表現；其實施步驟如下（李新民，2001）：

- 一、界定評量的標準：首先要確定何種重要的科學概念、技能或者知識，學生應該習得並加以評量的。
- 二、選擇評量的形式：正式評量是指事先給學生設定一個要求，指定需完成的作業，而非正式評量則是完全融入教學活動中，受評者在無感到異狀的情境下，接受評量。
- 三、決定評量標準：評量指標的選定是為判斷學生的表現是否稱得上成功，評量指標雖可求諸於課程發展委員會制定課程目標，但仍以教師根據教學實施需要自行設定較適當。

四、設計評分的標準：針對每一個指標設計評分的標準，以便判別在這些能力指標上的表現水準，並爲了有一豐厚的回饋訊息，評分結果的論斷往往透過生疏、熟練、卓越之類的話語來傳達。

五、評量學生的表現：上述步驟皆完成之後便可實際評量學生的表現，而評量的工具包括檢核表等。而實作評量是設計題目使受試者面對這需問題，經由科學性的探究，記錄所執行的過程與結果，來瞭解其問題處理的能力（陳文典，2000）。

實作評量可測量學生概念認知的程度與處理問題的能力，其評量內容是以學生實際完成特定的任務，針對其程度的不同，給予評分（陳文典，2003）；實作評量依測驗情境的真實度的高低分爲五種類型，包括：紙筆表現 (paper-and-pencil performance)、辨認測驗 (identification test)、結構化表現測驗 (structured performance test)、模擬表現 (stimulated performance) 及工作樣本 (work sample)（盧雪梅，1998；Gronlund, 1993）。

綜合上述，問題發現基本是一種高層次思考的能力，必須從小開始培養與訓練，然而受到考試制度與教育現場是否鼓勵使用提問，越低年級的學生，因爲不受到學習環境的影響，越能提問；然而越高年級，受到其他因素的影響，漸漸地越少提問，因而要使學生定義良好的問題、發現有品質的問題，就更難達成。尤其，教育現場多半是注重問題解決的技術，但問題發現需要時間的醞釀及有效的策略，教師若能提供領域的先備知識，配合編製的學習單進行教學，使學生發現問題並清楚界定問題，並在良好的問題發現氛圍中，找到問題發現的潛能。

## 陸、結論

問題發現是問題解決的前提，亦是問題解決重要的階段，問題解決的重點不在於如何正確的找出答案，而在於問題發現。只有問題被正確的提出，才有可能找到真正的原因及解決的對策。尤其在科學領域，問題發現更是重要，甚至爲人類生活帶來新的可能，如 Einstein 的相對論、Fleming 的青黴素。問題發現雖是一種高層次思考，在教學現場，教師若能有策略、有計畫的安排（例如：營造良善的提問環境，鼓勵學生提問、提升學習者提問的方式，由淺入深與由生手至專家），將有助於提升學生問題發現的能力；或是教師將學生平日所發現的問題，融入教學設計之中，導引學生主動參與、樂於探究，培養學生獨立思考、發展擴散性思考，鼓勵學生多方嘗試，在問題中發現新的可能。

在教學上，同時搭配多元評量，教師設計適合評估科學問題發現的工具，將可具體評估學生問題發現的能力，給予不同程度的指導，使其在良善型的環境下，無論在提問的數量、品質、結構性或非結構性問題，皆能有實質的提升。

對於國內教學現場而言，學生若能在學校學習階段，教師積極地藉由教學活動提高學習者問題發現的能力，將有助於創新人才的培育。

謝詞：本文作者擬感謝玄奘大學補助本研究案的部分經費，補助編號爲：HCU-103-A-04。關於本論文，作者要感謝兩位匿名評審針對本文提供寶貴的審查建議。

## 參考文獻

### 一、中文部分

- 丁興祥 (2000)。當代傑出科技人才創造發展的社會環境：一種傳記資料的分析。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (NSC 88-2519-S-004-001-C)。臺北：輔仁大學應用心理系。
- 王靜如、周金燕、蔡瑞芬 (2006)。國小教師科學教學基準系列報導 (二) 科學本質與科學探究。屏東教大科學教育，**23**，3-17。
- 何偉雲 (2002)。從創造性思考觀點探討國小學童物理問題解決。科學教育研究與發展季刊，**30**，34-51。
- 李秀晟、楊棠皓、鍾崇燊 (2009)。科學家的巧思。科學發展，**437**，64-67。
- 李明昆、洪振方 (2010)。國三學生對探究性科學問題提問之研究。臺北市立教育大學學報，**41**(2)，111-148。
- 李明昆、洪振方 (2011)。九年級學生探究性科學問題提問與問題發展型態之個案研究。科學教育研究與發展，**61**，51-80。
- 李金連 (2005)。先前知識在科學問題解決過程中角色的探究。物理教育，**6**(1)43-60。
- 李新民 (2001)。學校本位經營推動多元智慧教學的研究－以高雄市獅甲國小為例 (未出版之博士論文)。國立高雄師範大學，高雄。
- 林志懋 (譯) (2001)。阿基米德的浴缸－突破性思考的藝術與邏輯。臺北市：究竟。
- 林沂昇 (2003)。科學問題發現之思考模式詮釋研究－以研究生與小學生的個案為例 (未出版之碩士論文)。國立屏東師範學院屏東。
- 林育秀 (2005)。國二學生批判思考、認知策略與問題發現能力之研究 (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學科學，高雄。
- 林育秀、洪振方、林日宗 (2014)。不同批判思考與認知策略的國中生在問題發現的表現。臺北立大學學報，**44**(2)，1-21。
- 林宜瑄 (譯) (2006)。E. I. Schwartz 著。追蹤發明的思路 (Juice: the creative fuel that drives world-class inventors) 臺北：臉譜。
- 林偉文 (2011)。創意教學與創造力的培育－以「設計思考」為例。教育資料與研究，**100**，53-74。
- 邱皓政等 (譯) (2008)。創造力－當代理論與議題。臺北市：心理。
- 邵惠靖 (2002)。擴散性思考、數學問題發現與學業成就的關係 (未出版之碩士論文)。國立政治大學，臺北。
- 洪文東 (2006)。以創造性問題解決教學活動設計提升學生解決問題能力。科學教育研究與發展，**43**，26-42。
- 洪振方 (1998)。在科學教學的另類選擇：融入科學史教學。屏師科學教育月刊，**7**，2-10。

- 洪振方 (2003)。探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探。高雄師大學報，15，641-662。
- 洪振方、陳宜珮 (2000)。促進學生形成問題與探究問題之行動研究。科學與教育學報，4，253-276。
- 洪振方、賴羿蓉 (1997)。教師對以邏輯實證與後邏輯實證主義科學哲學觀建構之電化電池發展史教材的認識與抉擇。科學教育學刊，5(3)，347-390。
- 張民杰 (2010)。如何引導學生問問題？回答問題？。臺灣師資培育電子報，5。2010年6月3日，取自 <https://tted.cher.ntnu.edu.tw/?p=254>
- 梁家猷 (2002)。玩具－在科學學習的功能。香港教師中心學報，1，227-231。
- 許育彰 (1999)。探討高中生從力學情境中發現問題的能力之研究（未出版之博士論文）。國立臺灣師範大學，臺北。
- 連啓瑞、盧玉玲 (2005)。科學創造思考能力的提昇－「探究性問題」的形成。國立臺北師範學院學報，18(1)，29-58。
- 郭有適 (1994)。創造性的問題解決法。臺北：心理。
- 陳文典 (2000)。實作評量的理念與實施。科學教育月刊，231，64-66。
- 陳文典 (2003)。自然與生活科技學習領域之學習成就科學素養的評量。載於教育部（主編），自然與生活科技學習領域研習手冊（頁 77-152）。臺北：教育部。
- 陳柏霖 (2008)。大學生錯誤因應策略及其創意成就之關係（未出版之碩士論文）。國立臺北教育大學，臺北。
- 陳柏霖、林偉文 (2011)。大學生數理領域創意成就及其錯誤因應策略之關係。新竹教育大學教育學報，28(2)，1-22。
- 陳麗君、張慶林、蔡治 (2005)。問題發現研究述評。心理科學，28(4)，941-943。
- 陳麗君、鄭雪 (2011)。問題發現過程認知階段劃分的探索性研究。心理學探新，31(4)，332-337。
- 黃志雄 (2006)。從學習遷移理論談障礙學生的類化能力與學習策略。載於臺中教育大學特殊教育中心（主編），特殊教育現在與未來（頁 91-102）。臺中：國立臺中教育大學特殊教育中心。
- 溫肇東 (2006)。向達文西學習。科學人，55，24。
- 詹志禹 (2002)。影響創造力的相關因素——從小學教育環境與脈絡來考量。學生輔導，79，32-47。
- 詹志禹、林士郁、林碧芳、吳秉叡、莊俊儒、謝佩妤 (2008)。台灣高等教育招生選才改進芻議——以發掘創意人才為核心考量。彭森明（主編），高等教育質的提昇：反思與前瞻（第五章），頁 147-194。臺北：臺灣師範大學。
- 蔣國英（譯）(2007)。創意心理學。臺北：遠流。
- 鄭瑛珍 (2000)。物理學家問題發現與問題解決之個案研究。國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，臺北。



- 鄭麗玉 (2009)。認知心理學——理論與應用。臺北：五南。
- 盧雪梅 (1998)。實作評量的應許、難題與挑戰。教育資料與研究，20，1-4。
- 謝甫佩、洪振方 (2004)。國小學生科學探究活動的課程設計及實施成果之個案研究。師大學報：科學教育類，49(2)，61-86。
- 謝靜怡 (譯) (2007)。老鷹法則—德國人如何發現問題、解決問題。臺北市：如何。
- 韓琴、胡衛平、周宗奎 (2007)。國外對課堂教學中學生創造性問題提出能力的影響研究。比較教育研究，200，37-42。
- 魏炎順 (2004)。解決問題取向創意思考教學對師院勞作課學生創造力影響之研究 (未出版之博士論文)。國立臺灣師範大學，臺北。
- 蘇秀玲、謝秀月 (2006)。科學遊戲融入國小自然科學童的問題解決能力之研究。臺南大學理工研究學報，40(1)，47-68。

## 二、英文部分

- Artley, N. L., Van, Horn, R., Friedrich, D. D., & Carroll, J. L. (1980). The relationship between problem finding, creativity and cognitive style. *Creative Child and Adult Quarterly*, 5, 20-26.
- Barber, L. J. (1981). *Children's problem finding and creative responses in and between reading and art*. Unpublished master's thesis, University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- Beerer, K., & Bodzin, A. M. (2004). *Promoting inquiry-based science instruction: The validation of the science teacher inquiry rubric*. Paper presented at the 2004 Association for the Education of Teachers of Science Annual Meeting, Nashville, TN, January 8-11. Retrieved from <http://www.lehigh.edu/~amb4/stir/aets2004.pdf>
- Brown, S., & Walter, M. (1990). *The art of problem posing* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Chan, D. W. (2001). Dimensionality and correlates of problem solving: the use of the problem solving inventory in the Chinese context. *Behavior Research and Therapy*, 39, 859-875.
- Chi, M.T.H., & Glaser, R. (1985). Problem-solving ability, In R. J. Sternberg (Eds.), *Human ability: An information-processing approach*. New York, NY: W. H. Freeman and Company.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109-138.
- Chu, T. L., Chen, P. L., & Lin W. W. (2010, December). *How to find good scientific problems? Construction of instruments for scientific problem findings*. Paper presented at the Asian Conference on Education (ACE 2010) held on the Ramada Hotel, Osaka, Japan.

- Colbert, J. T., Olson, J. K., & Clough, M. P. (2007). Using the web to encourage student-generated questions in large-format introductory biology classes. *CBE Life Sciences Education*, 6, 42-48.
- Dillon, J.T. (1982). Problem finding and solving. *The Journal of Creative Behavior*, 16, 97-111.
- Ertmer, P A., & Stepich, D. A. (2005). Instructional design expertise: How will we know it when we see it? *Educational Technology*, 45(6), 38-43.
- Franske, B. J. (2009). *Engineering problem finding in high school students*. Unpublished doctor dissertation, The University of Minnesota, San Francisco, CA.
- Garcia, G. & Pearson, D. (1994). Assessment and diversity. *Review of Research in Education*, 20, 337-391.
- Getzels, J. W., & Csikszentmihalyi, M. (1976). *The creative vision*. New York, NY: Wiley.
- Gronlund, N. E. (1993). *How to make achievement tests and measurements*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Hoover, S. M. & Feldhusen, J. F. (1994). Scientific problem solving and problem finding: A theoretical model. In M. A. Runco (Ed.), *Problem Finding, Problem Solving, and Creativity*. (p.201-219). Norwood, NJ: Ablex.
- Hu, W. P., & Han, Q. (2006). A developmental study of creative scientific problem finding in elementary students. *Psychological Science*, 29, 944-946.
- Hu, W., Shi, Q. Z., Han, Q., Wang, X., & Adey, P. (2010). Creative scientific problem finding and its developmental trend. *Creativity Research Journal*, 22(1), 46-52.
- Jaarsveld, S., Lachmann, T., Hamel, R., & Leeuwen, C. (2010). Solving and creating raven progressive matrices: Reasoning in well- and ill-defined problem spaces. *Creativity Research Journal*, 22(3), 304-319.
- Jay, E. S. & Perkins, D. N. (1997). Problem finding: The search for mechanism. In M.A. Runco (Ed.) *the creativity research handbook* (pp. 257-293). Cresskill, NJ: Hampton.
- Jonassen, D. H. (2004). *Learning to solve problems: An instructional design guide*. San Francisco: Wiley & Sons.
- LaBanca, F. (2008). *Impact of problem finding on the quality of authentic open inquiry science research projects*. Unpublished doctoral dissertation, Western Connecticut State University, WC.
- Lai, L. M. H. & Grønhaug, K. (1994). Managerial problem finding: conceptual issues and research findings. *The Scandinavian Journal of Management*, 10(1), 1-15.
- Lee, H. & Cho, Y. (2007). Factors affecting problem finding depending on degree of structure of problem situation. *Journal of Educational Research*, 101(2), 113-124.
- Lubart, T. I. (2003). *Psychologie de la créativité*. Paris: Armand Colin.

- Mumford, M., Reiter-Palmon, R., & Redmond, M. (1994). Problem Construction. In M. Runco (Ed.) *Problem finding, problem solving and creativity*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Paletz, S. B. F., & Peng, K. (2009). Problem finding and contradiction: Examining the relationship between naïve dialectical thinking, ethnicity, and creativity. *Creativity Research Journal*, 21(2-3), 139–151.
- Perkins, D. (2000). *Archimedes' Bath tub: The art and logic of breakthrough thinking*. New York, NY: W.W. Norton & Company.
- Pryzwansky, W. B. (1989). Some further thoughts about the problem-finding challenge of consultation. *Professional School Psychology*, 4(1), 37-40.
- Ramirez, V. E. (2002). Finding the right problem. *Asia Pacific Education Review*, 3(1), 18-23.
- Runco, M. A. (1994). *Problem finding, problem solving, and creativity*. Norwood, NJ: Ablex.
- Runco, M. A. (2007). *Creativity theories and themes: Research, development, and practice*. Oxford, UK: Elsevier Academic.
- Runco, M. A., & Chand, I. (1994). Problem finding, evaluative thinking, and creativity. In M. A. Runco (Ed.), *Problem finding, problem solving, and creativity* (pp. 40-76). Norwood, NJ: Ablex.
- Runco, M.A., Chand, I.(1994). Conclusions concerning problem finding, problem solving, and creativity. In: Runco, M.A. (Ed.), *Problem Finding, Problem Solving, and Creativity* (pp. 217–290). Norwood, NJ: Ablex.
- Sandoval, W. A., & Daniszewski, K. (2004). Mapping trade-offs in teachers' integration of technology-supported inquiry in high school science classes. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 161-178.
- Starko, A. J. (2000). Finding the problem finders: Problem finding and the identification and development of talent. In R.C. Friedman, & B.M. Shore (eds.), *Talents unfolding: Cognition and development* (pp. 233-249). Washington, DC: American Psychological Association.
- Starko, A. J. (2007). Teaching problem finding to elementary students: views from the trenches. In B. M. Shore, M. W. Aulls, & M. A. B. Delcourt (Eds.), *Inquiry in education volume II: Overcoming barriers to successful implementation*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Stepich, D. A., & Ertmer, P. A. (2009). Teaching instructional design expertise: Strategies to support students' problem-finding skills. *Cognition and Learning*, 7, 147-170.
- Watkins, B. T. (1992). *Teaching students to think like scientists: Software enables experiments to be conducted that would be impossible in a laboratory*.