

創造性問題解決(CPS)模式的沿革與應用

湯偉君 邱美虹

國立臺灣師範大學 科學教育研究所

摘 要

早在 1972 年 Torrance 的文獻分析中，即提出 Parnes (1966) 所發展的創造性問題解決 (Creative Problem Solving, CPS) 可以提昇創造力，因而 CPS 被廣泛的應用在各界。但各文獻對於 CPS 起源及模式的說法莫衷一是，本文試著整理出 CPS 的起源、歷史及最近的模式發展，作為未來研究或教學之用。文獻分析結果指出，目前為人所熟知的 CPS，最初由 Parnes 在 1966 年所發展，最早是為線性的五階段解題，爾後經由 Treffinger、Isaksen 等學者持續對其予以修正，指出原有的線性過程並不符合解題者實際的解題歷程，因而提出了非線性的三成分六階段的 CPS 模式。本文將就其沿革及其應用加以討論與評析。

關鍵字：發現問題、創造性問題解決

壹、前言

Osborn 和 Parnes 的創造性問題解決 (Creative Problem Solving, CPS) 在有關創造力訓練或是資優教育的文獻常可見到，但各種介紹 CPS 的著作在論及 CPS 的起源時，說法卻有所不同，有的指出是 Parnes 在 1966 年發展出來 (Isaksen et al., 1993)，有的則認為是 Parnes 在 1967 年所發展 (Torrance, 1972)，或也有學者認為是 Osborn 在 1963 年所發展 (Abell, 1990; Parker, 1978)，也有文獻指出是 Osborn 和 Parnes 在 1950 年或 1960 年代發展出來 (Canady, 1982; Howe, 1997)，各種說法莫衷一是，同時所謂的 CPS 模式亦有許多種，因此到底 CPS 起源於何時？起源於何人？最早提出的模式為何？數十年來 CPS 的模式又有何動態的改變？為回答這些迷惑，本文作者翻查了一些有關 CPS 的文獻，有幸得到一些解答，在此與大家分享。本文首先介紹 CPS 在文獻中的意義，再就 CPS 的沿革作介紹，最後就 CPS 分階段解題法的內涵加以討論，再佐以實證研究的結果，以對創意教學提出一些淺見。

貳、CPS 的定義

根據本文作者對現有文獻檢索發現，在 ERIC 中以「CPS」來縮寫的名詞有 33 個之多，但其中大部份文獻並非指向 1960 年代 Osborn-Parnes 所發展出來的創造性問題解決的分階段解題模式。本文作者將 Osborn 和 Parnes 發展的分階段解題外的其他不同含意之 CPS，以下面三種角度觀之：認知能力、思考策略、思考經驗。

首先，把 CPS 視為一種認知能力的研究，如 Miller and Radziemski(1988)的人工智慧的 CPS 能力，還有某些課程或活動對學生 CPS 能力改進的研究(Hestad & Avellone, 1991; Jones, 1990; Felder, 1987; Keller & Shanahan, 1983; Euler, 1985; Lacy, 1979)，以及科學學習中，知識與 CPS 成就的相關(Bromage & Mayer, 1981)，又如韓國科學教育的檢討：缺乏提供增加 CPS 能力的機會(Han, 1986)。

其次，把 CPS 視為思考策略（即非按照既定的步驟來解題）之文獻，如 Clement (1978) 利用類比法來進行有創意的問題解決、Pollard (1996) 以心智想像 (mental imagery) 來創意解題、利用合作學習 (Spiegel, 1995) 和發明 (inventing) 來進行科學問題的解決 (Kuehn, 1988)、以科學方法來創意的解決教室內外之問題和更加瞭解周圍世界 (Adolf, 1982)、以及在科學教育中提供發展 CPS 技巧的機會 (Wavering, 1980)。

最後，把 CPS 視為一種思考經驗，亦即未明確指出為何種模式、策略，只要學生在解題時能得到創造性經驗的皆屬之。如 Foley (1989) 所執行的波士頓博物館教學計畫，便是藉由小孩與科學家的對話，使小孩得到 CPS 的經驗。又如普林斯頓大學的研究計畫 (senior undergraduate research program) 提供了學生 CPS 的經驗 (Prud'homme, 1981)。

總之，教育研究者未必把 CPS 視為 Creative Problem Solving，而 Osborn 等人的創造性問題解決模式 (CPS)，也只是眾多的定義之一。在本文中本文作者把 CPS 限定在 Osborn 和 Parnes 在 1950-60 年代率先提出、而後陸續由 Treffinger、Isaken 等人所增刪修改的那套分階段解題模式，以利討論。

參、CPS 模式的發展

一、CPS 的起源

CPS 模式之所以能夠發展出來，源自人們開始認為創造力是可以培養出來的。Parnes (1987) 認為 Wallas 在 1926 年所提出的創造性成就行動模式。即準備期 (preparation)、醞釀期 (incubation)、豁然開朗期 (illumination)、驗證期 (verification)，影響了當時教育者的觀點，在此觀點下，創造力常被視為是天生的，而非後天可以培養的 (nature not

nurture)，因此 1940 年代之前，被視為是創造力培養的前歷史時代（pre-historical），此時並沒有一套設計良好的創造力培養方法。但隨後學者開始認為，我們可以使用一些特意的方法或步驟來刺激醞釀期的活動，也因此將可提高靈光一閃（aha）可能性的比例（Parnes，1987）。Osborn 和 Crawford 在 1948 年正式發展創造力提昇的計畫，這些計畫在 1950 年代日趨成熟，如 Osborn 分別在 1954 年於美國水牛城（Buffalo）創設了 Creative Education Foundation（CEF）和 Creative Problem-Solving Institute（CPSI）等機構，隨後在 1960 年代以後又有 Gordon 提出的 Syntectics 以及其他研究者提出的諸多方法。「創造力可以培養」此一想法已不太受爭議，而在許多種提昇創造力的訓練或策略中，其中便有 Parnes 所提出的 CPS 模式，比起其他的方法，CPS 被認為有相當好的效果。如 Torrance(1972)曾回顧 142 篇訓練方法不同，但目的皆在提昇創造力的研究，發現 CPS 模式為最有效的方法之一，在 22 篇有關 CPS 訓練創造力的研究中，有 20 篇的結果是正面的。

二、CPS 的發展與內涵

CPS 的發展沿革可說來自 Osborn、Parnes、Treffinger、Isaksen 等人在美國水牛城 40 多年來的努力成果，肇始於 Osborn、Parnes 而後由 Treffinger、Isaksen 等人予以持續發展。

1953 年 Osborn 的著作「應用想像力（Applied Imagination）」一書中曾提出創造性的七個階段：問題說明（orientation）、準備（preparation）、分析（analysis）、假說（hypothesis）、醞釀（incubation）、綜合（synthesis）、驗證（verification）。該書序言特別提及 Wallace 對創造力的研究深深的啟發了 Osborn 的興趣，所以我們可以推斷 CPS 最初的啟蒙應該算是來自 Wallace（1926）的四階段創造歷程。

上述 Osborn 一書深深影響了 Osborn 的同事 Parnes，使他在 1966 年發展出眾所皆知且有清楚描述的 CPS 五階段（Isaksen et al., 1993）：發現事實（fact-finding, FF）、發現問題（problem-finding, PF）、發現點子（idea-finding, IF）、發現解答（solution-finding, SF）、尋求可被接受的解答（acceptance finding, AF）。相對的逝世於 1966 年的 Osborn 也曾在 1967 年改版的應用想像力一書中，把原來的七階段改為更易理解的三階段：FF、IF、SF。不過 Parnes 的五階段較為世人所熟知並接受，一般皆稱此為 Osborn-Parnes 的 CPS（Osborn-Parnes traditions of CPS），表示 CPS 的誕生兩人都有功勞，一般文獻中所提及的 CPS 皆屬於此（如 Daniel, 1983; Parker, 1978）。

這種分階段解題模式，通常用來解決開放性問題，其解題步驟包含有發現事實、發現問題、發現點子、發現解答、尋求可被接受的解答等五個階段（Parnes，1987）。其最大特色是解題過程中，每一個階段都先有發散性思考（以免遺漏任何可能的答案），再有聚斂

性思考（以從諸多可能解答中找出最佳者），而解題者利用這五個階段系統性來解決問題，以下扼要說明：如

- (1)在 FF 中，解題者可利用 5W1H（who、what、where、when、why、how）策略自問自答以找到收集資料的方向及獲得某一挑戰的各種訊息。
- (2)在 PF 中，解題者要設法釐清問題，以得到一個有明確敘述的問題。
- (3)在 IF 階段，解題者要能找出可以解決前一階段所得到問題的各種點子。
- (4)在 SF 階段，解題者要找出各種可以評估點子優劣的標準，並藉以評斷點子的好壞，找出一個最恰當的點子作為問題的解答。
- (5)在 AF 階段，解題者必須去計畫執行此一問題的解答法，確定此解決法是否有效，若無效得回到前幾個步驟，以得到另一個可能的解決方法。

1967 年 Parnes 和其合作夥伴 Ruth Noller 以圖示法表達 CPS 的過程（如圖 1 所示），其進展是建立在 CPS 過程中特有的發散式與聚斂式思考。這個圖示普見於討論 CPS 的著作中，因此易使讀者誤認為 CPS 是 Parnes 於 1967 年發展出來，事實上 Parnes 於 1966 年即已提出此模式。

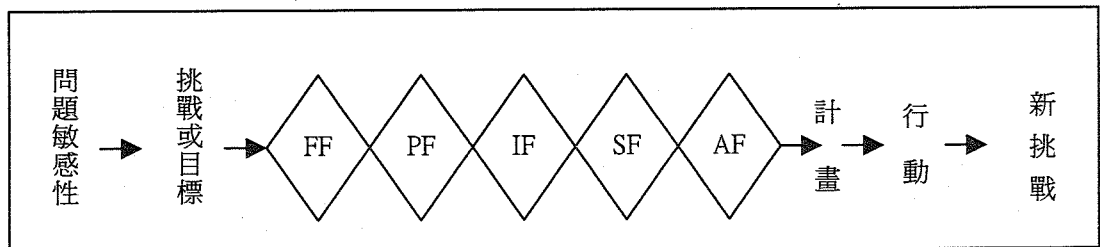


圖 1 Parnes 和 Noller 所提出的 CPS 模式圖示（引自 Firestein and Treffinger，1983）

Treffinger 等人在 1982 年認為原有的 CPS 雖然提及發散式與聚斂式思考並重，但是卻只著重在發散式思考的訓練，因此他們開始發展 CPS 的聚斂式思考技術（Isaksen et al.，1993）。另外，他們也發展出 CPS 小組合作解題的具體操作技術，如 Firestein and Treffinger（1983）詳細指出 CPS 小組裡需用的工具、座位的排列、引領者（facilitator）的注意事項、各階段時間的分配、討論環境的營造等。

1985 年 Isaksen 和 Treffinger 在商界和教育界的運用經驗之下，為了讓模式更易學習及運用，做了以下三個修訂：

- (1)新增一個階段：發現挑戰（Mess-Finding，MF）。
- (2)重新定義 FF 改為發現數據（Data-Finding，DF），主張有效的解題不僅要考量簡單

的事實，更要想到在解題過程中相關的資訊，他們認為感覺、印象、觀察、問題也同樣的重要。

(3)發展了聚斂式思考的指導綱領和技術，以平衡早已創立完善的發散式思考。如可用於各階段聚斂思考期的「找出重點」(locating hit and hot spots)，並利用以下幾個標準去評估發散思考產生的多樣點子 (Treffinger et al., 1992)：

- | | | |
|--------------------|------------------------------------|-------------------------|
| A、目標 (on target) | F、進步 (moves forward) | K、可運作 (workable) |
| B、相關 (relevant) | G、金錢 (right on the money) | L、清晰 (clear) |
| C、興奮性 (exciting) | H、方向正確 (go in the right direction) | M、自在 (feel right) |
| D、令人矚目 (spmarkles) | I、魅力 (fascinating) | N 解決問題 (solves problem) |
| E、吸引力 (intriguing) | J、有趣 (interesting) | |

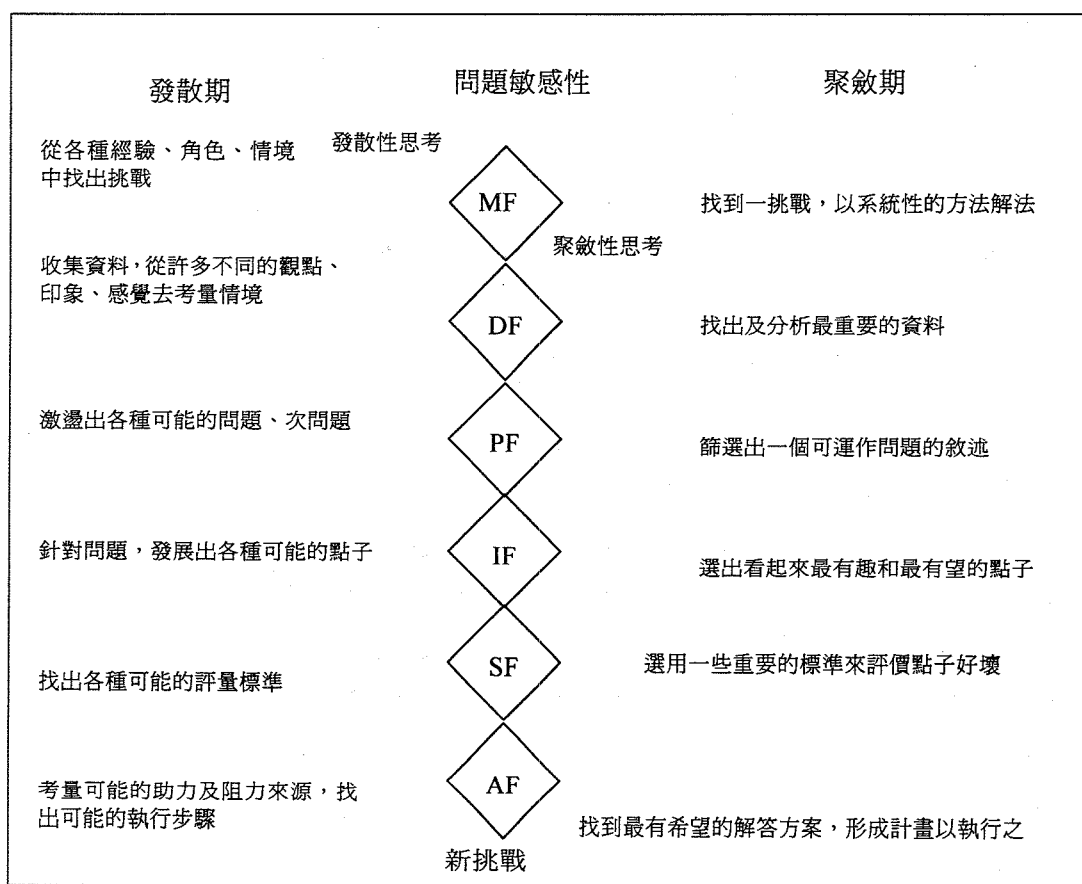


圖 2 1985 年版的六階段 CPS (Treffinger and Isaksen, 1989)

Isaksen 和 Treffinger 的 1985 年版修訂結果如圖 2 所示，至此，CPS 的過程技術已發展得頗為完善。這種模式也被一些學者如 Eberlie(1990, 1996)、Elwell(1990)等認同，並以此發展出訓練教材。本圖由原來的橫式改成直式，不過此圖仍為單一方向的過程（one-way process），亦即有一定的順序，具有初始（MF）及結束階段（AF）。

在此以 Abell(1990) 提出的運用 CPS 策略來解決 STS 生活議題的示範教材，做為這種 CPS 模式應用在教學上的例子（表 1），以使讀者能對 CPS 有進一步的瞭解。

表 1 六階段 CPS 解題的範例

	階 段	範 例
1	發現挑戰	某社地區因將有高速公路通過而可能影響了鹿的族群和遷移。村民們感受到了這個挑戰。
2	發現事實	村民為更瞭解此一挑戰所衍生出的問題，因此利用 5W1H 策略自問自答以收集更多資料，如汽車產生的污染對鹿有多大的危害？改變高速公路路線是否可能？花費有多少等？
3	發現問題	配合所收集到的資料，村民把原有的曖昧不清的情境化約成敘述清楚的問題：如以什麼方式我們可以使車子不會撞倒正在遷移中的鹿群等？
4	發現點子	針對問題提出解決的點子，如在鹿群遷移季節裡封閉道路、建造孔道讓鹿能從道路底下通過、訓練鹿群改走不同的遷移路線等。
5	發現解答	找尋一些評估標準，以評價各種點子的優劣，如花費、對生態的衝擊、村民們的接受程度、政府機構的接受程度等。
6	尋求接受	找出可能解決的最適當方法之後，村民們要向社區其他成員、專家學者、政府機構等尋求協助，擬定適當的實施計畫並執行。若不可行，則從頭或從某一階段再來過。

1987 年 Isaksen 持續修訂 CPS，發現人們在應用 CPS 於真實解題情境中時，並不會依序使用這六個階段，而是會自然地將之組合。Isaksen 注意到人們在進行解題活動時會傾向於把這六個階段組合成三個成分：準備問題（getting the problem ready）、激發點子（generating ideas）、行動的計劃（plan for taking action）。於是他在 1989 年時利用顏色與線條繪圖以區辨出三個成分的不同，如圖 3 所示，但此時仍是以線性為主的 CPS 階段，換言之仍不脫 Parnes 原來的 CPS 傳統。

1992 年 Pershyn 要求受試者回憶出其成功解題時的心智歷程，把歷程用圖畫或是文字敘述表示出來，他分析了 150 個以上受試者對於解題歷程的描述，判斷出在自然情境下解題方法的相似性及差異性，再依其相似性或差異性而把原來的線性、次序性、由一端起始的 CPS 過程改寫成隨機的、自發性的、混合的 CPS 過程（Isaksen et al., 1993）。根據研究

顯示，成功的解題有許多不同的形式，而任何一種可描述出自然解題的圖示都該被表達出來，所以 CPS 必須改用一種不同於以往的手法呈現。所以 Isaksen, Dorsal, Noller 和 Firestien (1993)經由以 CPS 為導向的研究與教學經驗發展出一新的圖示法，如圖 4 所示。

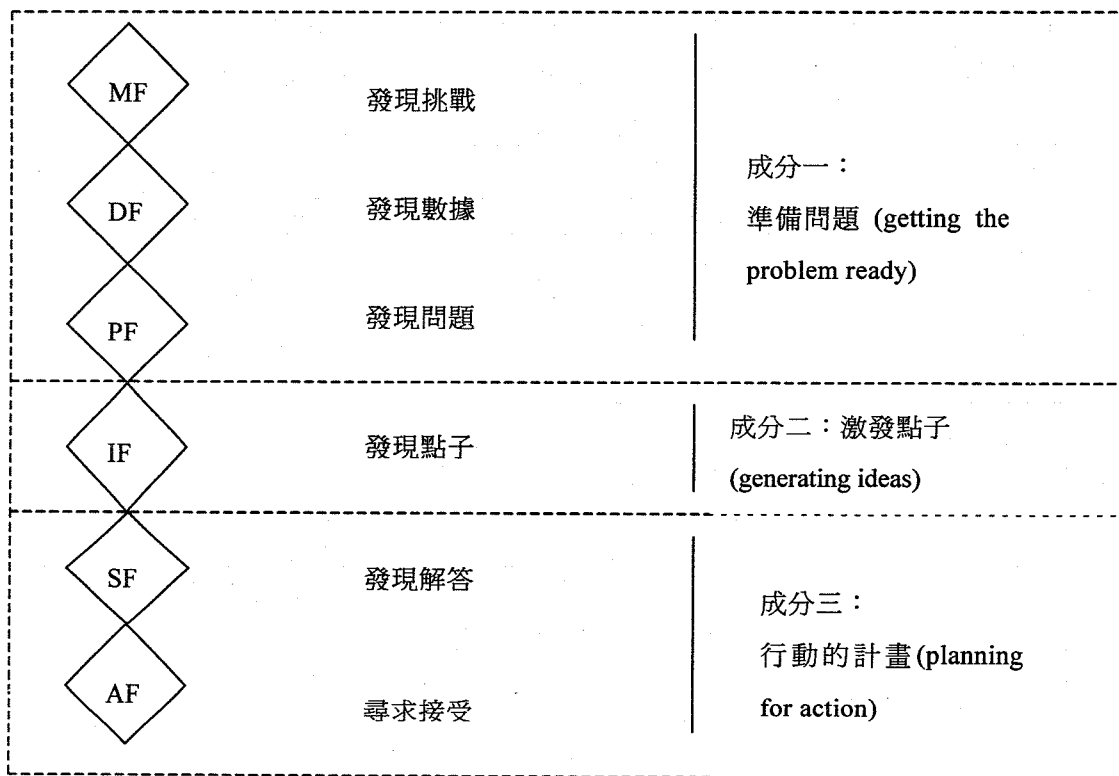


圖 3 1987 年提出三成分 6 階段 CPS 模式，只以線段區隔三成分，成分一的名稱與後來發展的 CPS 模式有所不同（引自 Treffinger, Isaksen, & Dorsal, 1992）。

圖 4 把原來的六個階段匯集成包含瞭解問題（understanding the problem）、激發點子、行動的計畫等三個成分，且不再是線性的依序連接。此圖主要設計用來描述成分和階段之間的功能相關，每一成分有其特定的輸入-發展-輸出（input-processing-output）以助於了解何時或是如何使用這不同的過程成分。

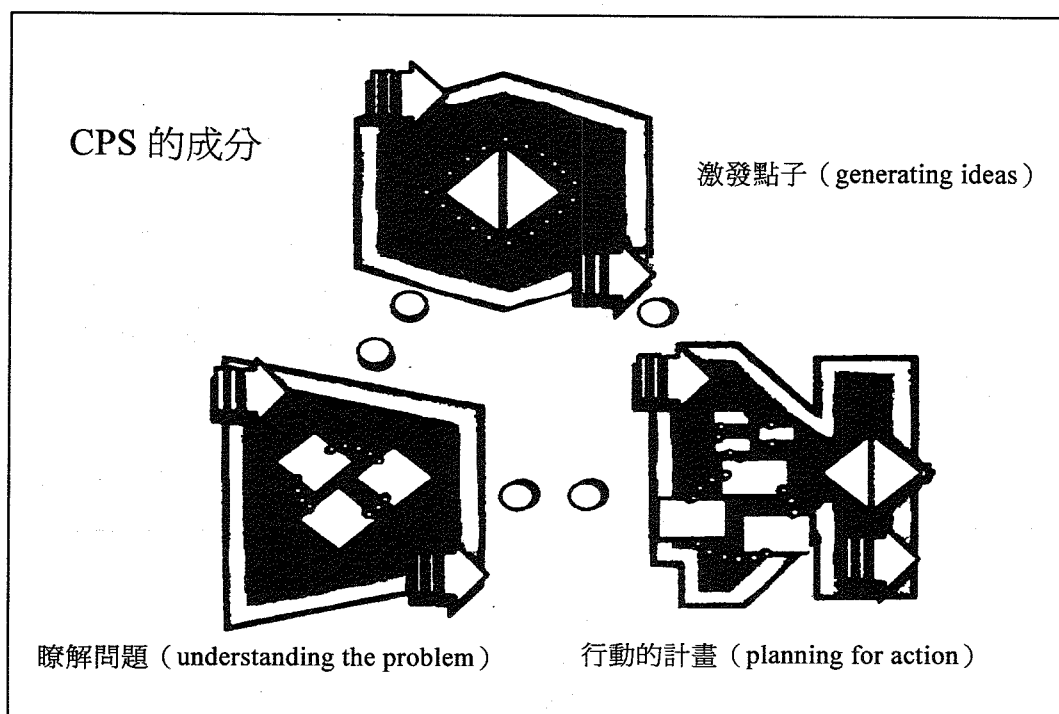


圖 4：1992 年提出的非線性的 CPS 三成分圖示（引自 Isaksen et al., 1993）

Treffinger 等人（1994）的三種成分、六個階段如下。但並非每次的解題都要用到所有的成分及階段（Howe, 1997）：

成分一：了解問題，分成三個階段

階段一：定位並找出一目標、任務或問題。

階段二：發現資料（data finding）：探索問題或工作的諸面相，並決定焦點所在。

階段三：發現問題並確定之（problem finding、identification）：發展問題的敘述，並精鍊而釐清之。

成分二（亦為階段四）：激發點子：此時要盡可能找出各種點子、他種選擇、另種解法，新奇或古怪的都可接受。

成分三：行動的計畫

階段五：找出答案（solution finding）：首先要發展出一套評價標準，並釐清前一階段所提各種點子的真義，然後使用選定的標準去評估。

階段六：運用所選擇的解法：發展特定的行動計畫，同時實踐之。

總之，從線性的 CPS 模式逐漸發展到非線性的模式，顯示其中所涉及的各项能力彼此

有交互作用的。

1994 年 Treffinger 等人進一步提出了現今 CPS 的重要本質，即為：

- (1)以自然的方式而非人為安排（contrived）的方式來表達出過程的面向。
 - (2)由約定成俗轉移至一說明詳細的方法。
 - (3)更有彈性且更能為任務擔負起責任、更情境化（contextual）、更個人化（personal）、更方法學化（methodological）、更有後設認知的考量（metacognitive considerations）。
- 圖 5 所示與 1992 年版本（圖 4）類似，但與之比較起來，更強調了 CPS 是為各特定任務而存在的，且在執行過程中，要能時時評價任務及計畫之可行性。

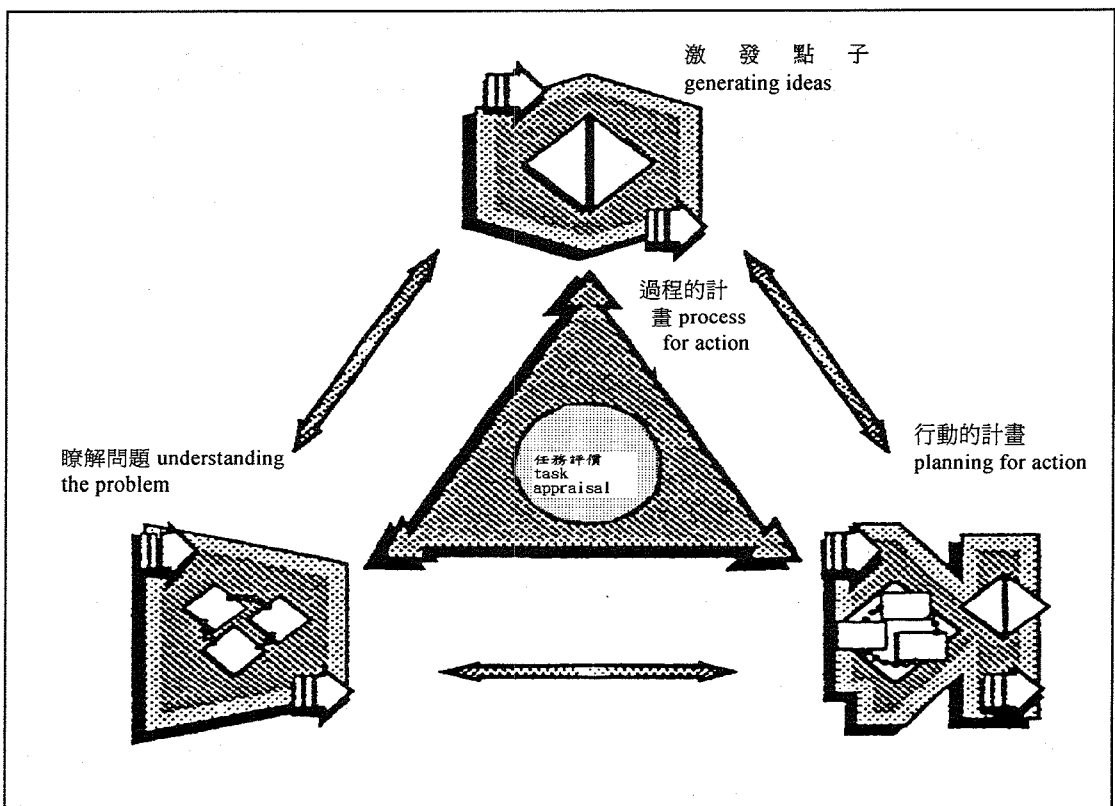


圖 5 1994 年的 CPS 版本（Treffinger, Isaksen, & Porval, 1994）

三、小結

綜合此處對 CPS 發展沿革的討論，可整理出 CPS 四十年來的發展史如表 2。表中列出不同時期、不同學者所提出的 CPS 階段。如表所示，各階段的關係原先只有文字描述，而後有水平、垂直發展的模式，最後形成循環的模式。而在階段數量及名稱的改變上，也可看到由五階段到六階段，再到三階段六成分的改進。表 2 所列的學者：Osborn、Parnes、Treffinger、Isaksen、Dorval 都曾經先後在水牛城州立大學（Buffalo State College）的創造力研究中心（Center for Studies in Creativity）服務，此中心數十年來始終致力於 CPS 模式研發的工作，故在此我們將這些學者對 CPS 的貢獻視做是 CPS 的發展史。值得一提的是，如 Treffinger 等人在 1985 年把 CPS 改成六階段、1987 年把六階段歸類成三成分時，Parnes（1987）在有關討論 CPS 的文章中，仍認為 CPS 只有 5 個階段（Parnes 於 1984 年由該中心退休，同時 1991 年再度為文描述 CPS 時，並未論及 CPS 的各階段）。換言之，至少在當時，CPS 的開山祖師 Parnes 並未認同 Treffinger 等人所做的修改。

其它學者也在一些研究應用中分別提出過不同的 CPS 階段，整理如表 3。不過他們都秉持著 Osborn 和 Parnes 的傳統，亦即解題歷程為線性、單一方向性的。

Howe（1997）曾總結各種 CPS 模式的共通特色，包括

- 1.利用多階段方式循序達到創意解決問題的目的」
- 2.每個階段都使用了聚斂性思考（convergent thinking、critical thinking）和發散性思考（creative thinking、divergent thinking）
- 3.每一階段都始於發散性思考，而後為聚斂性思考，後者是用來評價、釐清、並聚焦於前者生成之成果，並為下一階段思考的內容作準備
- 4.可以用於群體也可用於個人解題
- 5.可以使用其中一部份階段即可
- 6.各階段未必要按照一定順序來使用
- 7.各步驟未必是一種線性模式呈現而可以交互螺旋型的出現

然而本文作者認為 Howe 所提出的部份所謂的共同點，直到 Treffinger 等人於 1992 年把 CPS 三成分六階段以循環圖示表達後，才擁有之。至於其他某些共通特色如第 5、6、7 條，則是 Osborn 和 Parnes 傳統的 CPS 所未提及的。

表 2 CPS 經由 Osborn、Parnes、Treffinger、Isaksen、Dorval 等人四十年來發展的不同面貌

年代	提出者	內 容	階段名稱或主要改變	表 示	出 處
1953	Osborn	創造過程 七階段	導向 (Orientation) 準備 (Preparation) 分析 (Analysis) 假設 (Hypothesis) 醞釀 (Incubation) 綜合 (Synthesis) 驗證 (Verification)	文字說明	Applied Imagination 初版
1960	Osborn	創造過程 七階段	導向 (Orientation) 準備 (Preparation) 分析 (Analysis) 想點子 (ideation) 醞釀 (Incubation) 綜合 (Synthesis) 評價 (evaluation)	文字說明	Applied Imagination 十二版 (邵一朋， 1987)
1966	Parnes	CPS 五個 階段	發現事實，FF 發現問題，PF 發現點子，IF 發現解答，SF 尋求接納，AF	文字說明	Isaksen et al. , (1993)
1967	Osborn	CPS 三個 階段	FF IF SF	文字說明	Applied Imagination 1967 版
1967	Noller & Parnes	CPS 五個 階段	FF、PF、IF、SF、AF	水平圖示	Creative behavior guidebook (1967)
1977	Parnes	CPS 五個 階段	FF、PF、IF、SF、AF	文字說明	王文科 (1990)
1987	Parnes	CPS 五個 階段	FF、PF、IF、SF、AF	文字說明	Journal of creative behavior
1982	Treffinger Isaksen & Firestein	CPS 五個 階段	把聚斂性思考的重要性與技巧 提升至與發散性思考平衡	文字說明	The handbook of creative learning (1982)
1985	Isaksen & Treffinger	CPS 六個 階段	發現挑戰，MF 發現數據，DF PF、IF、SF、AF	垂直圖示	Creative problem solving: the basic course
1987	Isaksen & Treffinger	CPS 三成 分六個階 段	三成分：整理問題、激發點子、 行動的計畫 六階段：同上欄	垂直圖示	Creative problem solving: three components and six stages
1992	Treffinger & Isaksen	CPS 三成 分六個階 段	三成分：瞭解問題、激發點子、 行動的計畫 六階段：同上欄	垂直圖示	Creative approach to problem solving (1992)
1992	Isaksen & Dorval	CPS 三成 分六個階 段	同上欄	循環圖示	引自 Isaksen et al. (1993)
1994	Isaksen Dorval & Treffinger	CPS 三成 分六個階 段	同上欄	循環圖示	Creative approaches problem solving (1994)

表 3 除表 2 外之不同學者所提出的 CPS 階段

學者	階 段						
Foster (1979)	發現問題	辨識和列出事實	腦風暴以 求出解答	推想解答 造成的影 響	決定解答	實際測試 解答	結果的報 告
McAlpine (1989)	辨識問題	定義問題	收集點子 或數據	評比點子 或數據	測試點子 或數據	做出結論	評價結論
Morrison (1992)	發現問題 發現事實	載明挑戰	尋求點子		行動計劃	尋求成功的執行	

肆、科學教育上的應用

雖然創造性問題解決模式早在 1960 年代便已發展出來，並且普受重視，但在科學教育上的應用則較為少見。國內的相關研究也是近一、二年來才陸續在研發中。如翁玉華和張俊彥（1998）的研究指出，高一學生問題解決的能力與科學探究之過程技能相關。余瑞慶和方泰山（1999）發現利用 CPS 教學有助學生在創造力的提昇。湯偉君和邱美虹（1998）、湯偉君（1999）的研究曾以探討 CPS 的教學模式是否適用於學校的科學教學，並以概念知識的學習成果、學習的行為、學習的態度、創造力等四個向度來評估此模式運用在科學教學上的可行性。該研究以國中生物教科書所無的三個概念：「魚類河海迴游性」、「優養化」、「生物放大作用」，做為教材編寫的內容。受測者先接受 CPS 分階段訓練，再進行 CPS 各階段整合訓練，最後進行 CPS 科學教材的學習，訓練時間共兩週計十六小時。研究的結果發現：（1）從概念的學習成果來看，學生的學習前後，成績上有明顯進步，也獲得了不少教材內的概念。（2）由受測者的心得感想可知，學生對 CPS 的教學模式接受度高。（3）短短兩週時間的 CPS 訓練對學生創造力的幫助有限：由威廉斯創造思考測驗的結果可知，在研究者採計的五個向度中，只有「獨創力」一項有明顯的進步。（4）CPS 的訓練對學生回答開放性問題的情形有正面影響：受過 CPS 訓練者與未受過訓練者在研究者自編的開放性問題上的表現有顯著差異，前者在答案數量與答案類型數量上都比後者為高。不過答案類型的分佈卻仍相似。（5）分組討論中的個別表現有差異：由錄影記錄的結果顯示，雖然 CPS 的擴散性階段強調要毫無拘束的將腦中所有思考呈現出來，但每位同學的表現仍有著個別差異，有些積極發言，有些則消極沈默。常發言者常被同儕選為創意較佳者，而他們絕大部份亦屬為高學習成就者。

綜上所述，CPS 是一種通常用來解決開放性問題的解題模式，頗適合用於 STS 或錨式

情境教學。同時，CPS 的教學模式的確可適用於科學學習上，這種方式不僅可促成概念的學習，同時也受到學生的肯定，進而可提昇學生的創造力。本文作者建議，在以 CPS 為原則編寫教材時，不一定要把 CPS 的所有階段步驟都囊括在內，可以只利用部份的 CPS 階段或思考策略，如此以提供學習更大的空間與彈性。

伍、結論及建議

(一) 結論

Treffinger(1994)強調 CPS 不該只是按照固定的流程，循一定的步驟來解題，CPS 的重點應是驅使人們從事實體 (substantial) 的思考、反思 (reflection)、想像和批判，亦即不論是個人或群體在解題時，應該隨時因應不同的問題情境，從不同的 CPS 階段找出適當的切入點，同時在解題過程中，要隨時評價任務及工作目標，隨時調適解題流程，而不要拘泥於固定的步驟當中。

雖然 Isaksen、Treffinger 等人致力於發展 CPS 的過程，但他們也強調此 CPS 的流程模式並非用來替代學習者天生的創造性過程，只是用來增加其自然解題時的能力 (Isaksen et al., 1993)。由此可知，和過去 Osborn 和 Parnes 的 CPS 傳統比較起來，當時的 CPS 只是提供一種創造性的解決問題策略，而今日的 CPS 則更加關心到個人在解題時的心理歷程。

據此，有關 CPS 的歷史演進，我們可以歸納出以下幾個結論：

- 1.目前為世人所熟知的 CPS 解題法始於 1966 年的 Parnes，1967 年始有圖示出現。
- 2.Parnes 只提出 FF、PF、IF、SF、AF 等五個階段，MF 階段始於 1985 年由 Isaksen 等人提出。
- 3.Isaksen、Treffinger、Dorval 等人明示 CPS 各階段不一定要按照既定的順序出現。亦即可把原有的線性流程改為環狀、螺旋狀，不過這些改進並未受 Parnes 的認同，同時，從文獻分析中可發現此修正模式較少被實際應用在各教育領域的開發。
- 4.Isaksen 等人近年所做的 CPS 改變，乃是考量到實際解題時的心理認知歷程，不單只把 CPS 當作是一種解決問題的技巧。

(二) 建議

文獻顯示有關 CPS 應用在科學教育上的研究與實務較缺乏，雖然近年來已漸有相關研究結果，但仍有許多值得探討的議題，有待研究者與科學教師的投入，以進一步瞭解 CPS 在課室教學上的適用性與啟發學生創意潛能的前瞻性。以下作者提出三點建議：

- 1.在從事 CPS 相關研究時，除將 CPS 視為一種教學策略評量學習者的創意外，也可藉此探究學生在 CPS 環境中，其學習機制、創意歷程和問題解決的模式特色，以提昇教學與

學習的品質。

- 2.在教材開發方面，宜根據主題對 CPS 採彈性運用，不應侷限於既定的線性流程或特定的步驟內涵，以達培養師生創意解決問題的目的。
- 3.在應用 CPS 於科學教室時，作者認為除可參考上述的 CPS 模式外，還可參酌 Treffinger 在 1988 年所提出的創造性學習模式（Creative Learning Model(CLM)，Treffinger et al.，1994）進行施教或設計教材。CLM 則包括：
 - (1)在使用 CPS 教學時，需先教導學生 CPS 各階段的含意、主旨和其內的聚斂和發散思考技巧。
 - (2)接著採用一些示範例題，帶領著學生循 CPS 的線性解題步驟操作，使學生能對 CPS 解題過程有所體驗，此時可採小組合作解題方式進行。
 - (3)接著以與科學相關的時事議題為主，鼓勵學生自行依照 CPS 的概念進行解題，此時可以小組合作或個別進行，而教師可以主動適時提供解題所需的科學概念，但也可以讓學生自行蒐集相關訊息。
 - (4)在進行第三階段時，需注意在此階段不應強調依特定的步驟進行，應鼓勵學生考慮問題的情境、個人的認知偏好，以便自行調控解題流程。
 - (5)課程設計者在運用 CPS 時，宜採近年來所提出的非線性模式，取代原有線性模式來設計教材，以充分發揮 CPS 的特色。

雖然本文作者在此提出了一些教學上的建議，但班級教學實作實則超越技術領域的藝術事件，如何能兼顧到既定的教學進度以及學生在非線性 CPS 的教學活動中自由發展，則仍有賴教師的智慧。

誌謝

感謝國科會專題計畫（NSC 87-2515-S-003-003）補助，特此致謝。

參考文獻

1. 王文科（1992）：資優課程設計--有效的資優課程規畫方案。台北市：心理出版社。
2. 余瑞虔和方泰山（1999）：創造性問題解決教學法用於國中理化方面對於學生創造力之影響與比較。論文發表於中華民國第二屆化學教育學術研討會。台北市：國立台灣師範大學理學院。
3. 邱美虹（1998）：水資源創意教學模組開發研究，《八十七年度推動學校愛護水資源教育宣導統籌計畫》。台北市：台灣師範大學科學教育研究所。

4. 翁玉華和張俊彥（1998）：問題解決能力與科學過程技能之相關探討。論文發表於中華民國第十四屆科學教育學術研討會。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所。
5. 張玉燕（1990）：創造性問題解決模式。載於毛連塹主編：資優教育教學模式。台北市：心理出版社。
6. 陳龍安（1984）：創造思考教學對國小資優班與普通班學生創造思考能力的影響。台北市：台北市立師範專科學校。
7. 陳龍安（1990）：創造思考教學的理論與實際。台北市：心理出版社。
8. 湯偉君(1999): 創造性問題解決模式對國三學生科學學習的影響。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
9. 湯偉君和邱美虹（1998,12 月）：創造性問題解決模式對國三學生科學學習的影響。論文發表於中華民國第十四屆科學教育學術研討會。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所。
10. Abell, S. K. (1990). The Problem-Solving Muse. *Science and Children*. October 1990, 27-29.
11. Adolf, J. W. (1982). Creative Thinking through Science. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED232 785)
12. Bromage, B. K. & Mayer, R. E. (1981). Relationship Between What is Remembered and Creative Problem-Solving Performance in Science Learning. *Journal of Educational Psychology*. 73(4), 451-461.
13. Canady, J. E. (1982). CPS for the Educational Administrator. *The Journal of Creative Behavior*. 16(2), 132-149.
14. Daniels, R. R. (1983). Creative Problem Solving for Gifted/Learning Disabled. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED243 270)
15. Ederble, B. & Stanish, B. (1990). *CPS for Kids*. Australia: Hawker Brownlow Education.
16. Eberle, B. & Stanish, B. (1996). CPS for Kids : A Resources Book for Teaching Creative Problem-Solving to Children. Prufrock. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED406 291)
17. Euler, P. A. (1985). Secrets of the Marsh : A book by 276 Childrens. *Nature Study*. 38(2-3), 12-13,33.
18. Elwell, P. A. (1990). *CPS for Teens*. Australia: Hawker Brownlow Education.
19. Felder, R. M. (1987). On Creating Creative Engineers. *Engineering Education*. 77(4), 222-

227.

20. Firestien, R. L., & Lunken, H. P. (1993). Assessment of the Long Term Effects of the Master of Science Degree in Creative Studies on its Graduates. *The Journal of Creative Behavior*. 27(3), 188-199.
21. Firestien, R. L. & Treffinger, D. J. (1983). Creative Problem Solving : Guidelines and Resources for Effective Facilitation. *Gifted Child Today*. January/February, 2-10.
22. Firestien, R. L. & Treffinger, D. J. (1989). Creative Problem Solving (Second of Three Parts). *Gifted Child Today*. September/October, 40-47.
23. Foley, L. (1989). Science-by-Mail. *Science and Children*. 26(7), 26-27.
24. Foster, K. M. (1979). A Guide for Teaching Creative Thinking Skills and Creative Problem-Solving in the Gifted Classroom. San Diego City Schools, Calif. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED185 771)
25. Han, J. H. (1986). Problems and Issues in Science Education in Korea. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED285 758)
26. Hestad, M. & Avellone, K. (1991). A Walk on the Wild Side: Adventures with Project Learning Tree. A Gifted Science Unit for Grades 1-5. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED345 410)
27. Howe (1997, 11) : Creative Problem Solving approaches processes for teaching and doing creative activity. 創造性思考教學研討會研習手冊。台北市：台灣師範大學科學教育研究所。
28. Isaksen, S.G. (1983). Toward a Model for Facilitation of Creative Problem Solving. *The Journal of Creative Behavior*. 17(1), 18-30.
29. Isaksen, S. G., Dorval, K. B., Noller, R. B., & Firestien, R.L. (1993). Dynamic Nature of Creative Problem Solving. In Gryskiewicz, S. S. *Discovering Creativity. Proceeding of the International Creativity & Innovation Networking Conference*. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED366838)
30. Isaksen, S. G. & Parnes, S. J.(1985). Curriculum Planning for Creative Thinking and Problem Solving. *The Journal of Creative Behavior*. 19(1), 1-29.
31. Isaksen, S. G., Puccio, G. J. & Treffinger, D. J. (1993). An Ecological Approach to Creativity Research: Profiling for Creative Problem Solving. *The Journal of Creative Behavior*. 27(3),

149-169.

32. Jones, C. (1990). More Parents Are Teachers, too. Encouraging Your 6- to 12-year-old. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED382 400)
33. Keller, J. & Shanahan, D. (1983). Robots in the Kindergarten. *Computing Teacher*. 10(9), 66-67.
34. Kuehn, C. (1988). Inventing Creative Sciencing. *Childhood Education*. 65(1), 5-7.
35. Lancy, G. (1979). Creative Thinking and Problem Solving. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED192 511)
36. McAlpine, J. etc. (1989). Creative Problem Solving : Faces of Man (The Arts). Educational Impressions. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED405 278)
37. McClure, G.T. (1970). Concerning a Logic of Discovery. *Educational Theory*, 20(2), 143-149.
38. Miller, A. & Radziemski, C. (1988, ed). Software Reviews. *School-Science-and-Mathematics*. 88(7), 616-618.
39. Osborn, A.F.(1948). *Your Creative Power*. New York: Scribner's.
40. Osborn, A.F.(1953). *Applied Imagination*. New York: Scribner's.
41. Osborn, A.F.(1960). 劭一杭譯。 *Applied Imagination*. 應用想像力第 12 版. 台北市：協致工業出版公司
42. Parker, J. P. (1978). We All Have Problems...Who doesn't ? But Can They All Be Solved. *Gifted Child Today*. March/April, 61-63.
43. Parnes, S. J. (1987). Visioneering - State of the Art. *The Journal of Creative Behavior*, 21(3), 283-299.
44. Parnes, S. J., & Treffinger, D. J. (1973). Development of New Criteria for the Evaluation of Creative Studies Programs. Washington, D. C.: Office of Education (ERIC Document Reproduction Service NO. ED082 142)
45. Polland, M. J. (1996). Mental Imagery in Creative Problem Solving. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED393 593)
46. Prud'homme, R. K. (1981). Senior Thesis Research at Princeton. *Chemical engineering Education*. 15(3), 130-132.
47. Shaklee, B. D. & Amos, N. G. (1985). The Effectiveness of Teaching Creative Problem Solving Techniques to Enhance the Problem Solving Ability of Kindergarten Students. Paper

- presented at Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Conference (14 th). (ERIC Document Reproduction Service NO. ED264 292)
48. Smith, B. L. (1993). Interpersonal Behaviors that Damage the Productivity of Creative Problem Solving groups. *The Journal of Creative Behavior*. 27(3), 171-187.
 49. Spiegel, S. A. Ed. (1995). Perspectives from Teachers' Classrooms. Action Research. Science FEAT (Science for Early Adolescence Teachers). (ERIC Document Reproduction Service NO. ED403 138)
 50. Subotnik, R. F. (1988). Factors from the Structure of Intellect Model Associated with Gifted Adolescents' Problem Finding in Science: Research with Westinghouse Science Talent Search Winners. *The Journal of Creative Behavior*, 22(1), 42-54.
 51. Torrance, E. P. (1972). Can we teach Children to think Creatively. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED007089)
 52. Torrance, E. P. & Goff, K. (1989). A Quiet Revolution. *The Journal of Creative Behavior*. 23(2), 136-145.
 53. Torrance, E. P. & Safter, H. T. (1986). Are Children Becoming More Creative?. *The Journal of Creative Behavior*. 20(1), 1-13.
 54. Treffinger, D. (1969). Developing Creative Problem Solving Abilities and Related Attitudes Through Programed Instruction. *The Journal of Creative Behavior*. 3(2), 105-110.
 55. Treffinger, D. J. (1973). Instructional Innovation : For What ? For Whom ? And How do We Know ?. Paper presented at the annual meeting of American Psychological Association, Montreal, Canada. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED082 660)
 56. Treffinger, D. J. & Barton, B. L. (1988). Fostering Independent Learning. *Gifted Child Today*. January/February, 28-30.
 57. Treffinger, D. J. & Firestien, R. L. (1989). Creative Problem Solving (First of Three Parts). *Gifted Child Today*. July/August, 35-39.
 58. Treffinger, D. J. & Huber, J. R.(1975). Designing Instruction in Creative Problem-Solving: Preliminary Objectives and Learning Hierarchies. *The Journal of Creative Behavior*. 9(4), 260-266.
 59. Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K.B. (1992). Creative Problem Solving: An introduction. Sarasota: Center for Creative Learning.

60. Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K.B. (1994). Creative Problem Solving: An Overview. In Runco, M. A. ED.. *Problem Finding, Problem Solving, and Creativity*. New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
61. Treffinger, D. J., Sortore, M. R., & Tallman, M. C. (1992). *The CPS Evaluation Sourcebook*. Sarasota: Centers for Creative Learning, Inc.
62. Treffinger, D. J., Sortore, M.R., & Tallman, M. C. (1992). *The Creative Problem Solver's Guidebook*. Sarasota: Center for Creative Learning.
63. Wavering, M. J. (1980). What Are the Basics of Science education? What is Important to Know, How to Use Knowledge or How to Obtain Answers?. *School Science and Mathematics*. 80(8), 633-636.