

幼稚園兒童的科學教育

在本文中，所強調的科學教育不是「教以科學」，而是讓學生由參與中獲得科學的經驗——即所謂「科學活動」(Sciencing)。一般科學教學之設計是教以科學的「事實」、「概念」和「通則」；有時也讓學生使用科學家的探究方式做一些簡單的實驗。這種科學教育是強調「事實」即「什麼」(what)的科學，也就是科學家的研究成果，而較少強調科學家的活動，即「如何」發現事實，也就是科學的過程。對幼稚園兒童而言，有關科學過程的活動，才是應該強調的科學教育。

國立臺灣師範大學化學系 黃寶鈿

現代兒童的興趣與二十年前有所不同，因為自第二次世界大戰以來，科技的進步，促進大眾傳播工具的發展，直接影響到兒童的興趣；此外，因為交通工具的發達，現代兒童與他人的接觸機會也大大增加，就讀幼稚園的兒童人數比以前增加很多。

三至五歲的幼稚園兒童對任何事物都感到好奇，因此，幼稚園老師勢必要幫助學生並回答他們的問題，而這些問題大部分與科學有關，因為科學可以說明大部分兒童所見到的問題。兒童在進入幼稚園之前，已看過飛機、汽車、火車、家電用具、太陽、月亮、星星、動物及植物等，因此，他們的問題當然與這些所見到的事物有關了。

所謂「科學活動」是給與兒童機會去觀察及操作多種人爲的或天然的物體，而協助他們認識其異同，或物體與所觀察的現象的關係。

一、理論根據

要教兒童之前，需先瞭解兒童的思考能力，他們對時、空、數目的概念，以及他們的身心的發展。

皮亞傑 (Piaget) 的研究說明在兒童發展的不同時期中，他們如何思考以及他們思考的特性。前操作期 (Preoperational stage) 是從二歲半到七歲，這是幼稚園教育所應注意配合的時期。這段時期的兒童尚未發展邏輯及抽象思考的能力，因為：

1. 前操作期兒童之思考與知覺有密切關係。這段時期的兒童注意力只集中於一種物體，而且一次只能注意一種，尤其對於顏色、大小、形態有特徵的物體。雖然這種現象阻碍兒童同時觀察同一種物體的不同特質，兒童卻可從這種知覺活動中認識物體。這種由體驗所獲得的知識是發展邏輯思考的必要條件。

2. 前操作期的兒童只注意某一轉換現象的開始或最後狀態，不會注意轉換的過程。比如，兒童認為兩塊球形的「化學粘土」含有相同的重量，但將其中一塊壓成長條形時，他們會認為這塊的重量

較多。這時期的兒童的思考是不可逆的 (irreversible)。

3. 前操作期的兒童尚未發展「守恒」(conservative)的思考能力，因此當改變一些相同物體的空間排列位置時，他們就辨認不出來了。

等量的水放於外形一樣的兩個長形玻璃杯中，若將其中一個玻璃杯中之水倒入一寬形杯中，他們會認為兩者重量不等。

4. 前操作期的另一特徵是自我中心 (egocentrism)，完全憑知覺來判斷事物。也因為自我中心，兒童對世界上的現象，往往有錯誤的解釋。例如：「太陽移動了，因為他會動」。

前操作期的兒童雖然尚未發展邏輯思考的能力，但是在活動中，兒童親自動手操作、比較、問問題、對照並形成智力上的想像，這些活動就是發展兒童邏輯思考的能力。

皮亞傑等人的研究⁽¹⁰⁾發現兒童的邏輯思考能力循一定的順序逐漸發展，影響其發展的主要因素為「成熟」及「經驗」。兒童要到小學階段才漸進地發展出較邏輯的思考模式，在青年期間，則獲得更進一步的思考能力，最後，就有能力做科學實驗了。這些時期主要依靠早期的發展；因此，任何年齡的學生都應給與適當的經驗，使之在生長過程中能更邏輯地思考。適合於各生長階層的經驗對於邏輯思考的發展不僅非常重要而且是必需的。皮亞傑的研究⁽³⁾說明幼年時的學習主要和他與環境接觸或獲得的經驗有關，所以兒童需要時時與事物接觸的機會。從觀察中，兒童漸漸學會將不同事物集中而加以分類、分組或重新分組。重新分組是不容易的，有的兒童到了幼稚園或一年級階段，才有此能力。兒童喜歡學習，所以教師要隨時準備玩具、遊戲、拼圖或問題等，以給與兒童學習的環境。

蒙特首利學校 (Montessori School) 的教材就是提供機會給學生練習，以獲得經驗。因為學生在這種環境中能親自動手，觀察並與實物接觸。這些經驗可以促進邏輯思考的發展而形成科學概念的基礎。邏輯思考不是獲得知識的唯一方法；經驗亦是另一種獲得知識的方法。邏輯思考及從自然界中獲得經驗這兩種方法在科學教育中具有兩種成分：「過程」與「內涵」。「過程」是指科學探討的過程或進行科學實驗的過程。「邏輯思考」在此是指以邏輯方式組織經驗的能力，因此特別強調科學過程的學習。「內涵」是指自然現象方面的知識之本體，此處所謂「經驗」是親自瞭解自然界，而不是學習別人認為重要的自然界事實及概念。

因此，幼稚園兒童的科學教育之目的在於引導學生獲得經驗，並強調知覺方面的觀察，這些經驗是需要成人來啟蒙的。

二、老師與父母在科學教育中的角色

許多學者研究幼兒期家庭環境以及父母在此時期身兼教師的影響^(2,4,5)，這些研究已發現數種父母與子女關係的模式，這些可以促進並刺激兒童的認知發展。在許多傑出科學家的傳記或自傳中，也可發現這些科學家在幼年時期深受父母的影響。

因為幼稚園科學教育的目的是讓兒童從環境中獲得經驗，而不是要傳授科學概念或科學的原理、原則，因此，幼稚園的教師從科學教育的觀點而言，有其特有的角色。

首先，幼稚園的老師必須具備維持教室中的愉快氣氛的能力，否則所教有限。其次是具有純真

的尋答的興趣，這意謂能夠協助學生解疑，並樂意與學生一起探討或學習。教師的興趣能刺激學生的好奇心，因為有些學生想要發問，若教師的態度能刺激學生的發問，則更能增加學生的好奇心。

一位優良的幼稚園教師需要具備多少學術背景呢？因為兒童每日所接觸到的東西，都與科學原理有關，教師若具備各種基本科學概念且能提供活動以幫助學生發現形成這些概念的過程，就等於是幫助學生發現日常生活有關的科學原理。這種提供學生經驗的活動，可以由教師來進行，而他不一定是科學專家。不過千萬要記住，所提供的一種活動中，不要同時具有多種科學概念。在兒童親自動手的活動中，教師應該是旁觀者，協助兒童解答問題，為兒童準備活動器材，當然最好在設計活動之後，能先親自做一遍。

任何父母都可將自然界的一部分知識傳授給他們的子女，父母與教師應時常聯繫，彼此溝通，以協助自然科學的教學。比如，教師可以通知父母有關學校的科學活動，或有關的展覽及遠足，父母也可以參加一部分活動，甚至提供一些教材，以支持學校的科學活動。這些參與可以增強學生學習科學的經驗。例如，小華的父親嗜好飼養鴿子，若學校的科學活動正好與此有關，則小華的父親可以提供有關經驗或知識，以增加兒童的學習興趣。具有與科學有關的特長或特殊技能及知識的父母，其參與學生的活動，就是提供教師教學的資源。

幼稚園老師的角色是提供教材給兒童觀察，和提出問題，然後提供器材給小孩親自操作，由做中收集資料以解答他們的問題，教師應該：(1)選擇能夠發展學生區別「相似」及「相異」的能力的教材；因而能夠訓練兒童的分類及組織的能力。(2)觀察兒童在比較物質的大小、顏色、形態等性質時的經過情形。(3)引導及協助兒童使用簡短的話來解釋或討論觀察或操作的結果。

三、如何教？學些什麼？

目前幼稚園的科學教育有缺點嗎？答案是肯定的。因為常常有些老師只是「告訴」兒童什麼是科學；老師告訴兒童所觀察的是什麼，甚至在兒童觀察之前，就告訴他們要觀察什麼了。在幼稚園的科學教學中，大部分為解釋「有什麼發生了？」老師以「可見的用語」(visual term)來解釋物理現象。例如，老師：「石英石是透明而且硬的」。「食鹽是白的」。但是兒童並不能以視覺的感覺來解釋所觀察到的現象。因此老師應提出「怎麼樣？」或「如何？」的問題，如此兒童才能進行探索。在兒童獲得經驗之前，任何「語詞」都會使他們產生困惑的。因此，應該讓兒童先獲得經驗。

科學的探索應該由兒童接觸及觀察他周圍環境中的物體開始。首先，讓他們觀察他們有興趣的物體。在這種活動中，兒童能夠接觸、比較、觀察、或傾聽他所操作的物體，亦即使用感官來探索問題。當兒童使用其知覺時，可以開始發展某種探索問題的技能。這些技能如下：

1. 使用感官的觀察。
2. 比較物體的相同性及相異性，例如顏色、大小、形態、重量、味道、聲音等。
3. 依照物體的相同性及相異性，能將物體分類、分組。
4. 將所觀察的事實傳達他人。
5. 對周圍環境能更進一步提出問題。

應該鼓勵兒童發展這些技能，同時給他們練習這些技能的機會。除非他們有機會練習這種技能，否則就不能學到什麼。

兒童在周圍環境中能學些什麼？當兒童探索他周圍環境的物體時，他們尚缺乏背景概念，因此沒有辦法解釋所觀察的現象。因此，教師可以幫助兒童發展這種探索的能力——觀察、分類、和比較，這些就是在環境中兒童所看到的、聽到的或感覺到的，當兒童能夠使用這些能力的時候，就能發展瞭解環境的基本能力了。

因此，幼稚園的科學課程應該是一種統合課程，不要像小學課程依科學之內容而分類成生物、酸與鹼、運動、磁性、……等。幼稚園的科學教學應該是每天學校活動中的一部分。這些統合的課程可以從下列有關的各項中選出來而與其他活動配合，例如斜坡滾球，一方面是一種遊戲，同時也是一種科學教育的活動。

1. 地球與環境

- ① 地形——河、川、土壤、山坡……
- ② 空氣——雨、雲、霧、彩虹……
- ③ 宇宙——太陽、月亮、星星……

2. 物體

- ① 大小、形狀、重量……
- ② 物體之變化——凝固、熔化、蒸發……
- ③ 使用物體——玩具、機械……

3. 能量

- ① 磁性——強度、用途……
- ② 電——用途……
- ③ 聲及光——雷、閃電、彩虹……
- ④ 地心引力和機械——玩具、飛機……

4. 生物

- ① 需要——食物、水、熱量……
- ② 變化和發展——蛋、昆蟲及生長……
- ③ 行為——友誼、家庭、愛……
- ④ 種類——群體、鳥、魚、家禽……
- ⑤ 人——相似處及相異處。

四、幼稚園科學活動的益處

科學活動對兒童有許許多多影響，而且都是有益的，茲介紹較重要的益處如下：

1. 培養兒童的創造力⁽¹¹⁾

科學活動中，兒童接觸物體或環境而對自然界產生好奇心，並且喜歡問問題，或傳達自己的意見

給別人；甚至可以由已知的經驗來推論未知的現象。

2. 促進心智的發展

兒童認識及瞭解所觀察的現象，對於邏輯思考能力的發展是有幫助的。由許多有關皮亞傑認知發展的研究可以得到證實。⁽⁸⁾

3. 改進閱讀能力，並可促進其他方面學習的成功

有科學經驗的兒童，往往在閱讀能力方面有所改進。研究的結果發現科學的經驗使兒童辨別物體，尤其可辨別極相似的物體⁽⁹⁾。因為科學經驗協助兒童建立「圓」、「方」、「大」、及「小」的概念，這些對於文字的認識很有關係。次序（ordering）的概念使兒童辨別由右而左、由上而下或由左而右的閱讀次序。進行觀察活動時，手眼的配合也有助於科學儀器的操作。

4. 發展正確的自信心

科學活動不但可以激發兒童的好奇心；而且可以培養觀察、推論、分類以及溝通的技能；此外，兒童還可經由親自的參與活動，了解一個問題可能有多種不同的追求答案的方法，而設法找出不同的解答以證明所觀察的結果；因此，科學活動可發展自信心。

結 論

幼稚園兒童的科學教育應該是以兒童為中心並以活動為主體；應該提供一種多變化的環境，並配合兒童的認知能力，使之以個別的速度來觀察、預測、分類。在活動中，教師宜隨時引導兒童發問，並引導兒童將所觀察的事實告訴其他兒童或老師。如此，兒童不僅學習科學，而且獲得發展邏輯及有系統思考的能力。

幼稚園兒童的科學教育也需要父母的配合或協助，因為在這個時期的兒童較具依賴性⁽¹²⁾，父母與老師的合作，也能促進科學活動的成功。 □

參考文獻

- (1) Chatten-McNichols, J.P. The effects of Montessori school experiment. *Young Children*, 36(5), 1981, 49-66.
- (2) Fowler, W. "The effect of early stimulation in the emergence of cognitive processes" in Hess, R. and Baer, R. (Eds.) *Early Education*, Chicago: Aldine Publishing Co., 1968, 9-36.
- (3) Hunt, B. *Intelligence and experience*, New York: Ronald Press, 1961.
- (4) Hess, R. and Shipman, V. Early experience and socialization of cognitive modes in children. *Child development*, 36, 1965, 869-886.
- (5) Hess, R. and Shipman, V. "Early blocks to children's learning" in Webster, S. (Ed.) *The Disadvantaged learner*, San Francisco: Chandler, 1966.

- (6) Kamii, C., and DeVries, R. *Physical knowledge in preschool education*: implications of Piaget's theory, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1978.
- (7) Neuman, D. The effect of kindergarten science experiences on reading readiness. Unpublished research report to U. S. Office of Education. 1970.
- (8) Piaget, J. *The child's concept of number*, New York: Norton, 1965.
- (9) Pitcher, E.G., Lasher, M., Feinburg, S., and Braun, L. *Helping young children learn*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill, 1974.
- (10) Sigel, I. and Hooper, F. *Logical thinking in children*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- (11) Trostle, S.L. and Yawbey, T.D. *Creative thinking and the educational of young children: the fourth basic skill*. University Park: Pennsylvania, 1981. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED 204 015)
- (12) 邱連煌：依賴、自賴、互賴。中央日報，民國七十一年三月十九日。

科教信箱答問

指甲是什麼？

毓 婷

我們可以用指甲——如同我們隨身攜帶的工具箱——當作刮刀、螺絲刀和小鉗子。但是這 10 個附著在我們手指頂端像塑膠的片狀物到底是什麼物質呢？

指甲是無生命、半透明的，由皮膚自然長出來的。由於它平貼在富有血液的組織基礎上而呈粉紅色。但它不是從這組織長出來的，而是從指甲底部可以看到的白色新月形下面，特化的皮膚細胞間質所長出的。

不像半透明指甲片上的細胞，細胞間質內的細胞非常活潑——不斷地生長、分裂和把細胞往前推向指尖。當它們露出細胞間質外時，細胞內便充滿稱為角質的硬蛋白質，並且逐漸變成扁平堅硬的圓板。它與其他的皮膚細胞不同，此高度角質化的細胞死後並不脫落，反而堆積構成我們所謂的“指甲”。

指甲不停地在生長。假如把指甲拿掉但沒損傷到細胞間質的細胞時，會在原來的地方長出新的指甲。手指甲長得比腳指甲快，每星期可長數毫米長。通常最長的手指，其指甲長得最快，最短的長得最慢。一般說來，夏天比冬天長得快。