

社會建構教學與科學概念

張世忠

中原大學教育學程中心副教授

壹、前言

科學概念的學習對許多同學而言是相當困難的。根據最新科學教育文獻發現，這些困難是學生的知識是片段的，不一致和膚淺的（Green, McClosky, & Caramazza, 1985; McDermott, 1984），尤其是學生不能清楚分辨在科學上及在每天生活中所用的概念和推理（Reif, 1987）。另外，發現學生上課前，他們對科學的概念有相當基礎的認識，但是在許多情況下，往往學生的認知是不同於在科學領域中已被接受的認知。雖然如此，學生還是拒絕改變從傳統指導模式所學的概念（Clement, 1983）。更進一步，學生經常不斷使用他們已有的認知，因為他們覺得非常合乎邏輯，且值得去嘗試與經驗的結合（Clough & Driver, 1986; Osborne & Cosgroue, 1983）。這樣的結果是有許多的原因，其中主要的因素跟教師的教學方式有關。

傳統的科學教育教學，基本上是以教師為中心，專注於直接傳輸知識和定理，學生則是成了消極的接受者，聽講、作筆記和強記所有的事實或理論，為了獲得這客觀的知識和通過考試，學生就必須記住所有的定理，並反覆練習背誦，如此，在許多教室中，大部分的教師，上課方式就是用演講去講解主要科學概念或內容，接下來就是指定學生練習作業。因此，許多學生就強記所聽講的，而不去理解它；分組討論活動很少實施，傳統上分組活動是被使用在做實驗和資料收集的活動。

社會建構教學法提供了另一種不同的學習觀點，它允許師生或學生彼此間共同的思考，問題的解決和作決定的過程，從這些過程中，學習者可得到新知識或概念。為了磋商意義或形成共識，學生就必須互相討論（Rogoff, 1990）。社會建構學者的觀點非常支持討論學習過程，他們認為個人建構知識的確是孤立的，因每個人會建立一些假設。並由他自己的經驗再去拒絕或推敲這些假設，然而沒有一個人對事物建構和分析方式會和別人完全相同。學生的想法若不經由與別人合作，是很難形成或維持的，當他們與別人互動，或與教師互動時，他們很自然就能建立概念，因為他們在交談時，共同創造出一個可論述的世界，和一個共同架構，在其中可以產生溝通（Solomon, 1987）。

分組合作是一個好的社會建構教學指導環境，在其中個人和團體的動機可以促進學生對活動的參與及增進團體成員間行為的幫助。因此，合作學習被認為是一種教學策略，可增進學生的成就和認知的技巧（Brophy, 1986; Slavin,

1984)。一般來說，在學習活動期間，學生在小團體運作，他們就成為其他人的資源、分享和搜集所需資訊的對象；而教師就扮演著一諮詢者和活動協調者。這種合作方式在小團體中，學生一起努力朝向一個共同的目標，互相刺激和鼓勵，被視為一個團體可產生最大效能所必需的學習技巧。

學生藉著在一起工作，可以獲得很大的利益，藉著問題的解決可以刺激認知的成長，如此他們的思考結構會隨著時間有巨大的改變，學生兩人一組或在團體中，邏輯問題的解決比單獨個人工作時，更能產生足夠的解決之道，當學生在小團體運作時，他們的想法會被同儕的觀點刺激和挑戰，然後重新組織他們的概念，這種表達他們觀念的方法會提供一種自我反射，以致作適當的修正。

研究問題

本研究主要探討社會建構教學對教育學程學生科學概念學習的關係，其研究問題如下：〔社會建構教學的交互過程如何衝擊與影響學生概念的改變？〕

貳、研究方法

研究對象

研究者（教師）和他的班級35位大學生參與這項研究，這些學生的年齡從19至26歲，正在選修教育學程所開設的教育課程：科學教育，這些學生大部分曾修過大一基礎物理和化學等科目。

研究步驟

在這班級中，教師首先使用講述與討論教學法，剛開始上課時，教師先講解基本且重要科學教育的主題及發展趨勢，同時運用各種不同的討論技法去激勵學生參與討論與回答問題，教師扮演輔助與諮詢的角色，通常討論答案和結果不乏有爭議之處，然而智慧的產生和概念的形，乃在於學生們能夠將其不同的觀點更趨於共識性。例如“科學教育目的有許多，就你而言，學習科學教育的目的為何？”教師剛開始可指定一位學生做為引言和討論的催化劑。在某位學生發表意見後，教師最好不要馬上下結論，採用轉問或反問的技巧，以增加學生參與討論。結果就會發現許多不同的見解，經過教師與學生的互動，學生能獲得較佳學習科學教育的目的。

五週後，學生們慢慢的學會討論教學技巧和合作學習氣氛，下一步老師將全班分成十組，每3-4人一組；並就著學習的主題，設計幾個具有概念和開放性討論問題，交由各小組去思考和討論。例如，幾個代表性討論問題如下：

- 教師展示一個實驗活動：浮沉子，一瓶裝滿水中有一個玩偶，沉在水底，當用手壓瓶子時，玩偶會浮起來；手鬆開後，玩偶會沉下。示範活動之後，教師提出一個問題交由各組去討論：“為甚麼當用手壓瓶子時，玩偶會浮起來？手鬆開後，玩偶會沉下？應用了那些科學原理？”
- 教師蒐集了一篇有關構成物質最基本粒子（夸克）的文章，交由各組同學研讀後並加以討論下列問題：“構成物質的基本粒子有那些？這些粒子有甚麼異同？試著比較現在和以前的想法。”

學生運用腦力激盪和來回的討論以增進他或她自己概念的發展。每當一個單元主題討論結束後，各組必須有代表向全班作摘要和總結報告，其它同學可就主

題提出問題或補充意見。這種討論方式允許共同的思考，問題的解決和作決定的過程，從這些過程中，學生們可以建構新知識。

資料收集

目前研究使用三個資料來源，第一個資料來源是直接的觀察，教師觀察班上學生討論和分享的情形，並加以記錄，時間為一個學期。第二個資料來源是問卷調查，這問卷調查主要探討學生對單元主題的概念瞭解，經過社會建構教學後是否有任何改變，採用開放性問題，讓學生有機會去表達他們的觀點。這些問題如下：

1. 這單元教學之前，你對此單元主題知道那些？
2. 現在你對此單元主題知道那些？
3. 比較社會建構教學法跟其它類似科目的教學法有甚麼不同？是否喜歡社會建構教學法？為什麼？
4. 寫下其它你的評論或建議。

資料分析

這研究採用質的分析，而不是量的分析，根據問卷調查或教室觀察所收集的資料，研究者先大約分成幾個子目錄，然後用晤談資料作輔助，使用持續性比較方法（Strauss, 1987）加以歸類，讓學生類似的觀點放在一起，如第一大點的主張「學生指出社會建構教學過程是較好的學習方式，它使學生有更多的討論並對知識能有意義的解釋」，首先，研究者從問卷中第三題發現學生的評論：「我認為討論是一個學習的較好方法…」，然後，晤談學生時，再詢問社會建構教學是否一個學習的好方法，如果是，那麼「較好的學習方式」就成了一個子目錄，另一方面，從平時教室觀察活動，教師發現並記錄學生反應：「三個臭皮匠勝過一個諸葛亮，討論過程允許我們有許多的解釋…」，然後，晤談學生時，再進一步的確認，學生認為社會建構教學「產生許多機會討論且對知識能有意義解釋」，就成了另一個子目錄，這二個子目錄組成了第一點的主張。

參、結果與討論

學生在問卷調查有關是否他們喜歡社會建構教學法，大部分學生（88%）喜歡目前社會建構教學法勝過以前的教法，因為社會建構教學法幫助他們對主題概念的瞭解，他們更多思考自己的觀點並且受到重視；約有12%的同學不太適應或不喜歡社會建構教學法，因為他們剛開始或初次採用這種方法學習科學。學生喜歡社會建構教學法原因可分為五個主要方式：(1)更多的互動與討論，(2)較少抄寫筆記，(3)更多思考自己和別人的想法，(4)更多對主題概念的瞭解，(5)科學教育是有興趣與好玩的。

在完成問卷調查後，研究者接續所作的晤談，主要目的是擴大和澄清學生在問卷調查的觀點和評論，更加強探討他們在社會建構教學所扮演的角色。討論教學是一種由團體的每一成員共同參與的活動，它不像講述法只由教師獨自扮演教學的角色。因此，在討論的過程中，所有的成員的意見可充分溝通，這是一種非常生動且刺激的教學方法，師生之間可以產生互動，共同就某一主題進行探討，有助於思考能力和價值判斷能力的發展，尤其是對學生科學概念的學習最為重要，研究者經過多方面資料分析，歸納了下列四點主張，並提供更多的細節，加以說

明。

1. 學生指出社會建構教學過程是較好的學習方式，它使學生有更多的討論並對知識能有意義的解釋。

學生認為社會建構教學是一個概念學習的好方法，他們並指出靠著彼此的對話，他們發展更多的了解與更有意義的知識。雖然，他們說由討論中所建構的知識是類似於從講課或教科書中所學的，但是其中的差異，便是經過討論之後的概念會更牢固且更長久。例如，王五認為經過此次討論活動，浮力概念比中學時代更清楚且容易記住，教學的目的，就是激勵學生自動自發的學習。因此，學生在討論活動中所獲得的知識，不僅是概念性的，也是過程性的認知。Harel & Papert (1991)說“由做中學，…最後是從思考和討論有關係所做的事務”(p. 42)。

另外，學生也明確指出這種教學方式使許多人能實質的參與並產生更多的討論。以討論的方式解釋學習的主題，而不是傳統教師告訴答案，已經變成課程重要的部份，他們了解，從教科書上提供一些較客觀的知識，對他們本身並無意義，這些客觀的知識能夠變成有意義之前，必須被合理的解釋。因此，知識在他們的談論後，變得更能被了解。例如，至雅知道浮力使玩偶上升到水面，但卻不知道如何解釋，佩文就幫助他解釋原因，因此，學生很高興他們在如此學習的環境中，試著去解釋原因。

2. 學生的概念更有機會藉著口頭形式更主觀化，並使他們減少作筆記的時間。

許多時候，學生說他們了解觀念，但他們不知道如何去描述這觀念，例如，秀麗懂得浮力的概念，卻不知道如何去解釋浮沉子現象，社會建構教學使得學生的概念更有機會藉著口頭形式去表達，討論一開始，他們的觀念就受到同儕間的挑戰，而不是教師，這是非常重要的，因為學生可以很容易地背誦教師所給的答案而不必修正他們自己的想法。在討論中，他們與同儕的觀念，常常會有所不同或互相衝突，這時他們就必須決定是否要辯護自己的想法或採用同儕所提供的觀點。

另一方面，學生不需要一直寫筆記，讓更多的時間去參與討論，例如，惠雅認為“這是一門有趣且生動的課，我不需要一直在抄寫筆記”。在概念的學習上，教師要給學生口頭練習的機會（演講或對話式），就像Lemke (1990)所主張“一個在教法上能求改善的人，就是增進學生運用語言的能力，並讓他們多方面練習和使用它”(p. 168)。

3. 它能刺激學生的想像力，產生新概念，和測試自我概念是一項很有效的工具。

在學習過程中，學生認為有許多概念被建構而且繼續成長，若學生要為其自身概念想法辯護時，他們必須思考為什麼他們相信此概念，為什麼不能接受同儕的想法以及如何有效地為自我概念辯護，給學生更多刺激他們想像力的機會。尤其學生們根據以往所接觸之資訊而做推論，為了產生許多的解釋，這樣的解釋往往產生新的概念，最後他們必須收集資料或證據，以測試他們自己的概念，並且仔細思考同學們不同的想法(Bayer, 1990)。例如，志強認為自己原來的概念是正確的，即構成物質最基本粒子是質子、中子和電子，經過研讀和討論之後，他修正自我概念並產生新的概念，構成物質最基本粒子是“夸克”。

4. 教學過程帶給學生極大的自主權去表達他們的感受，快樂和有趣地學習並增強他們的自信心。

Fisher和Lipson (1985) 指出，如果教學內容需要學生去放棄先前擁有的概念，那麼就需要有一種氣氛，讓學生能自由地表達他們的想法。在這討論過程中，沒有教師權威的陰影，充分提供給每位學生機會去表達他們的意見和分享彼此的經驗，幾位學生指出，對於這樣的課程，他們感到很興奮而且快樂地學習，他們覺得有較好的概念和增加他們在這課程的自信心。

肆、結論

從社會建構的教學觀點，知識和理解是被建構當個人很愉快地從事談論和分享問題活動的結果。意義與了解的產生，往往是在一種對話過程中所完成的。一個較有經驗的或有技巧的人員可以支持較沒有經驗或技巧的人，使較沒有經驗的人也可能完成同樣的結果。許多學生指出：“聽聽同伴的意見，我或許會改變思路，因為我看出他的論點比我更有意義”。這種同儕相互學習與幫助的教學方式對於教育工作者是非常重要的，因為教師可從這樣過程中去調整他們的教學型態。

教師必須認識及了解，知識不能僅僅藉著單方面的傳輸或轉移，讓學生只抄寫筆記，而沒有事先意義的瞭解和一些經驗的基礎，學習是一種自我組織及再組織的產品 (Yager, 1991)。知識不是被動的獲得，乃是要積極的去建構，許多學生認為傳統講述方式，使得他們被動著學習和複製黑板上所寫的，較少思考所抄寫的單元主題。在討論過程中，學生必須積極去追求意義的了解，藉著同輩的交互影響，他們再重新思考或組織他們認知的架構。

聽聽同輩的想法或彼此互相教導可以幫助學生學習和對主題概念的了解。大部份有經驗的教師都同意，最好的學習方法就是去教別人，然後你才真正的開始瞭解這主題，尤其學生藉著討論及解釋，他們必須將隱藏的認知及了解，明顯的表達出來，這在學習的過程中是邁進一大步，因為許多學生，在傳統的教學模式上，認為他們了解某一主題，但卻不知道如何表達出來。

Brown (1988) 指出這種社會交互教學的方式是現代的趨勢，在交互討論過程中，學生必須整合他們自己的知識，並且用新的方式去建構較新和有意義的認知型式。當他們需要解釋，精益求精或辯護他們的立場時，他們必須整合已存在的知識，而更進一步建構較深的了解。這研究結果更加強了每位學生的自信心，大多數學生喜歡這樣教學方式，因為對於這樣的課程，他們感到很興奮而且快樂地學習，他們對主題概念有更深刻的了解。

目前這個研究，採用科學教育為主題，著重在科學概念的建構，研究者也試著將討論教學應用在其他教育科目上，例如，教學原理、中等教育等，發現學生都有熱烈正面的反應。這種教學方式是藉著彼此的討論和解釋到所有成員都能接受的地步，如果這種的討論活動經過一學年的期間或更長時間，學生就能領導去支持建立這種教室教學環境和文化。在這裡，學生相信他們在一起，能產生互相都能接受的答案和互相能接受的解釋及解決的方法 (Cobb, Wood, & Yackel, 1991)，許多教育學者專家，都期盼著能建立如此的教室環境和文化，因為他們允許學生以具體或真實方式建構個人和社會本質的知識 (Brown, Collins, & Duguid, 1989)。

參考文獻

- Bayer, A. S. (1990). *Collaborative-apprenticeship learning: Language and thinking across the curriculum, K-12*. London: Mayfield.
- Brophy, J. (1986). *Teacher effects research and teacher quality*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- Brown, A. (1988). Motivation to learn and understand: On taking charge of one own learning. *Cognition and Instruction*, 5, 311-321.
- Brown, J., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Clark, L. & Starr, I. (1986). *Secondary and middle school teaching methods*. New York: Macmillan.
- Clement, J. (1983). A conceptual model discussed by Galileo and used intuitively by physics students. *Mental models*, 325-339.
- Clough, E., & Driver, R. (1986). A study of consistency in the use of students' frameworks across different task contexts. *Science Education*, 70, 473-496.
- Davies, I. K. (1981). *Instructional technique*. New York: McGraw-Hill.
- Fisher, K., & Lipson, J. (1985). Information processing interpretation of errors in college science learning. *Instructional Science*, 14(1), 49-74.
- Green, B. F., McClosky, M., & Caramazza, A. (1985). *The relation of knowledge to problem solving, with examples from kinematics. Thinking and Learning Skills.*, 2, Hillsdale, NJ.
- Harel, I., & Papert, S. (1991). *Software designs as a learning environment. Constructionism: Research reports and essays, 1985-1990*. Norwood, NJ: Ablex.
- Hatano, G., & Inagaki, K. (1991). *Motivation for collective comprehension activity in Japanese classrooms*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- McDermott, L. C. (1990). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*, 37(7), 24-32.
- Osborne, R. J. & Cosgrove, M. (1983). Children's conceptions of the change of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 825-835.
- Reif, F. (1987). Interpretation of scientific or mathematical concepts: Cognitive issues and instructional implications. *Cognitive Science*, 11, 395-416.

- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.
- Slavin, R. (1984). Students motivating students to excel: Cooperative incentives, cooperative tasks, and student achievement. *The Elementary School Journal*, 85(1), 53-63.
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupils' understanding of science. *Studies in Science Education*, 14, 63-82.
- Strauss, A. (1987). *Qualitative analysis for social scientists*. New York: Cambridge University Press.
- Yackel, E., Cobb, P., Wood, T., Wheatley, G., & Merkel, G. (1990). *The importance of social interaction in children construction of mathematical knowledge*. In T. Cooney (Ed.), 1990 Yearbook of the National Council Teachers of Mathematics. Reston, VA: NCTM.
- Yager, R. E. (1991, September). A constructivist learning model. *Science Teacher*, 53-57.

自由教育的特徵 ——興趣和實驗

趙仰雄

可以這樣說，杜威在他的日常生活中，即是一個顯著的實踐主義和民主典型的先例。根據他的觀點，教育工作是鼓勵和協助學生從事持續和獨立的重建其人生觀的事業；此項重建工作的興趣與實驗，即為渴求自由教育的要求；這項興趣和實驗，亦為民主教育的顯著的特徵。其他不同的選擇，則是根據預計的模式來教育，即指背棄民主而重複強調獨裁手法的原則，這說明何以杜威主義者始終站在反抗諸如強迫效忠宣誓、強制手法的前面；同樣地教導兒童支持私有自由企業，也得不到他的贊同。杜威本身對私有企業的聲討尤其強烈，事實上世界各國由於歷史的傳統，禮儀規範中政府元首、主管於就職時都須宣誓效忠國家，軍隊出發則有誓師，以示心跡，故在杜威的實踐主義教育思想中，此僅適用於兒童時期，因為在此時期，鼓勵與興趣的培養與導向實驗的方式，是最有效的途徑。