

學科教學知識 (PCK) 應用於課程設計之研究

張靜儀

大仁科技大學

本研究基於學科教學知識 (PCK) 是教師的首要知識，因此將其應用在教學設計中。研究採個案研究法，參與教師根據 PCK 的內涵：先理解教學內容的概念知識—知識的結構、發展與應用，配合學生的相關知識，發展適合的教學表徵與評量。文中呈現了一個應用 PCK 教學設計案例並附錄了完整教案。由參與教師的學生填答教材動機量表之施測結果，顯示本教學設計較一般教學更能引發學生的學習動機。

關鍵詞：PCK、課程設計、能力指標

壹、緒論

在國民中小學九年一貫課程中，自然與生活科技領域的主要目標可說在於提昇國民的科學與科技素養。而「科學素養」分成「科學知識認知」與「科學智能」兩項，「知識認知」列於「科學與技術認知」及「科學發展 (的認識)」兩項中，「科學智能」是屬於思考與行動的能力，有時不易由文字、言詞的表現去觀測。它的內容包括有科學過程技能、思考智能、科學本質 (的體認)、科學應用、設計與製造等。

九年一貫課程實施後，研究者欣見許多研究紛紛以認知除外的能力指標做為研究內容，並提出了許多具體作法與建議。長久以來只重認知的教育方

式，已使國內教育忽視了太多其他能力諸如：科學本質、思考智能、科學態度等能力的培養。但當研究者實際深入探索一些教室教學實務時，卻也感受到一些危機：因為過於重視某些能力如：傳達溝通和分享、應用科技與資訊、欣賞表現與創新等能力的培養而忽略了科學認知概念的養成。有許多能力的養成可在不同領域的教學中達成，但是認知能力指標卻只有在本科領域的學習中才能完成，若是學科領域的認知部分去除，無論其他能力的培養有多成功，仍將是學科領域教學的遺憾。

科學探究是指科學家研究自然世界時，所使用的各種方法，並根據研究結果作為解釋的證據。科學探究是一種多面向的活動，包括觀察，發現問題，尋找與問題相關的資訊，設計研究，根據實驗證據檢視過去的研究成果，利用工具分析、詮釋、解釋數據，提出可能的解答、解釋與預測，溝通結果。探究需要確認假設、運用批判與邏輯思考、並

張靜儀，大仁科技大學幼兒保育系副教授。

通訊作者：張靜儀，907 屏東縣鹽埔鄉新二村維新路 20 號，大仁科技大學幼兒保育系。E-mail: ccy@mail.tajen.edu.tw

且考慮另有的可能解釋。當學生學習以科學的方式探討自然世界，就必須要發展出可以執行完整科學探究的能力（NRC, 1996: 23）。因此，研究者認為以讓學生進行科學探究的方式來教學，就可達成提昇學生科學與科技素養的領域目標。

探究式教室教學常以學習環的方式呈現，如：三段式學習環的運用：探究（exploration）、發明（invention）、發現（discovery）的模式；Karplus、Renner、Fuller、Collea 和 Paldy（1975）提出的探究（exploration）、概念引入（concept introduction）、概念應用（concept application）的模式；Lawson（1995）提出的探究（exploration）、語詞引介（term introduction）、概念應用（concept application）的模式；美國 BSCS 也提出五 E 教學模式，包括：投入（engagement）、探討（exploration）、解釋（explanation）、精緻化（elaboration）、評量（evaluation）（Bybee, 1997）。但在這些呈現中仍有一些基本特質可以掌握，就是如美國國家研究協會（NRC, 2000）對探究式科學教學提出的具體而系統的描述：將探究式教學的基本特質歸結為五項：學生圍繞科學性問題展開探究活動；學生獲得證據以幫助他們解釋和評量科學性問題；學生根據事實證據形成解釋，解答科學問題；學生經由比較其他可能的解釋，特別是可體現科學理解的解釋，來評量自己的解釋；學生要溝通辯解他們所提出的解釋。

劉宏文（2002）在研讀相關探究教學資料後提出：要讓學生能夠主動學習，必須要讓學生真正擁有學習的責任、有機會掌握自己的學習進程。主動學習要讓學生有能力架構問題，而且能夠經由探究或實驗的過程回答問題。所以，科學教學除了希望學生能夠學習到科學內容知識之外，尚且希望學生能夠成為自然世界的探索者，為終身學習奠定基礎。探究導向的教學成果已為科學教育界所普遍認可。研究指出，探究教學可以增進學生的實作表現，特別在實驗技能、繪圖、數據收集、分類、解

釋等方面。此外探究導向的教學也可養成學生的科學素養，科學過程、科學話語以及科學概念的理解，批判思考以及對科學的正向態度，邏輯知識的建立（何仕仁，2003；黃淑卿，2003；劉宏文，2002）。

基於上述觀點，研究者體認：只要能把握對科學認知的理解、探究教學的本質，那麼科學素養包括「科學知識認知」與「科學智能」兩項，應該均不難達成，而不需強調各項科學智能的學習。因此研究者提出以 PCK（Pedagogical Content Knowledge, 譯為學科教學知識或與內容相關的教學法知識）來詮釋九年一貫課程自然與生活科技領域，把握科學認知進行科學探究教學，將是達成自然與生活科技領域目標具體可行的教學設計策略。

貳、自然科學知識的內容

教學是涉及把教師的學科知識轉換為可用來教給學生的學科知識。成功的教師不能只對概念、原則或理論有所理解就行了，為了要增進學生的瞭解，教師除了必須瞭解學科的內容，還必須知道如何把自己學科知識傳達給學生，讓學生也瞭解學科內容。教師的學科知識的確影響教學的內容與過程，亦即影響了教師所講授的內容以及教學的方式。教師需要發展好幾種知識，以從事有效的教學。Shulman 認為其中最重要的就是 PCK。他認為 PCK 「是把內容和教學法混合在一起變成一種理解，知道在某種特定主題、問題或議題上，如何針對學生不同的興趣與能力，而把教師自己的學科知識予以組織、表達和調整，並且進行教學」（Shulman, 1987）。因此有效的教師不僅瞭解其學科，同時也知道需要呈現學科的哪些部份，以及如何以學生可以瞭解的方式，來解釋學科內容。Grossman（1988）則進一步擴充 PCK 為：（1）對組織一個學科來教學之方式的理解；（2）內容知識；（3）學生對科目理解的知識；（4）對教材、教學資源、先備知識的理解。

其後也有許多學者針對 PCK 做理論的闡述或是實徵研究，如 Geddis 和 Wood (1997)；Cochran、King 和 DeRuiter (1991)；Magnusson、Borko 和 Krajcik, (1994)；Magnusson、Krajcik 和 Borko (1999) 及邱美虹和江玉婷 (1997) 等。後來也有一些 PCK 的研究者選擇以繪圖方式來說明 PCK 的內涵，研究者在閱讀相關文獻後，挑選了二個較具特色之 PCK 成份圖，一是具良好之結構，另一則是顯示了以巨觀與微觀 PCK 的概念，呈現 PCK 之內涵。Magnusson、Krajcik 和 Borko (1999) 綜合科學教學中 PCK 之成份，繪製了 PCK 的架構圖如圖 1 (雖然圖中僅出現知識，但作者在原文第 127 頁中註記了應包含知識與信念)，對科學教學的 PCK 之描繪相當完整。由此圖可窺探科學之教學是有相當的挑戰性，因此科學教師必須具備多樣的知識方能正確引導科學教學之方向。圖 1 顯示了若以 PCK 設計課程，可兼顧科學課程知識的學習與科學素養的評量以達成科學素養的培育。段曉林 (1996) 由建構主義的觀點探討學科教學知識後，用圖 2 說明 PCK 是教師在教學情境中，與情境內之學生、教室文化等相互作用，爾後將其學科知識轉換為最符合所面對的對象的方式表徵，以便做有意義的溝通。也由於此種動態的重組過去所學之各種知識，使得學科教學知識不易與其他領域之知識，如學科知識、課程知識、教學知識等做明顯的畫分。圖 2 也顯示了微觀與巨觀 PCK 的重疊與成長，其中微觀 PCK 即是單元教學設計之依據。

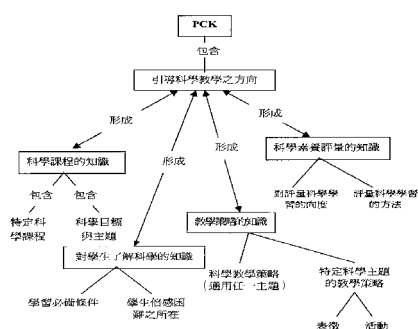


圖 1 科學教學 PCK 之成份

資料來源：引自 Magnusson, Krajcik & Borko (1999: 99)。

本研究依上述參考文獻與研究者對國小自然科學教學的瞭解，將國小自然與生活科技領域教師教學所需要之 PCK 內涵歸納如下述：

一、需具備所欲教科學之學科內容知識

此點對國小的自然科學教師是最為不利的，因為在師資培育課程中只修了一點點的自然科學課程，卻被要求要能對孩童教廣泛的自然科內容 (Stofflett & Stoddart, 1994)。但可依知識的結構、發展與應用學科知識的三個向度 (Anderson, 1987)，增進對學科內容的了解。

二、瞭解學生學習科學知識的知識

亦即瞭解學生在學習此單元之前已具備的相關科學知識、先前概念、興趣與能力等。

三、教學策略與教學表徵的知識

學科內容的教學表徵包含了活動、舉例、示範、類比、說明以及其他教師對既定主題所可能使用的 (McDiarmid, Ball & Anderson, 1989)。教師的教學表徵的目錄 (教師的教學技巧袋) 絕大多數是來自經驗。科學教師應該瞭解在教導某個科學概念時，有那些最有效的教學表徵與策略，以幫助學生學習。

參、研究設計

PCK 是呈現一種動態的發展與成長，教師在

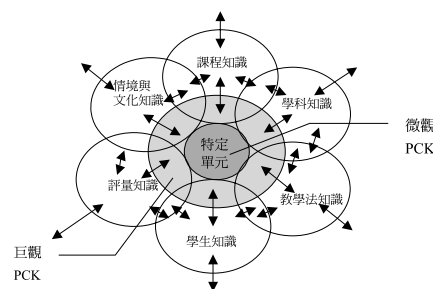


圖 2 學科教學知識圖

資料來源：引自段曉林 (1996: 121)。

教學過程中，知識透過教師 PCK 之推理與行動 (Geddis & Wood, 1997, 見表 1)，在不斷反省與新理解中逐漸發展。

表 1 教師學科教學知識之推理與行動

a. 理解：教學目標、學科內容、學習者
b. 轉型：
準備：對學科內容知識的批判分析與解釋，組織與分段、課程目錄之發展，目標之澄清
表徵：使用表徵目錄，包含了類比、隱喻、舉例、示範、解釋等
選擇：從教學目錄中選擇——包含教學模式、組織、管理和安排
根據學生特質調整與修改：考量先前概念、困難、語言、社會階級、性別、動機、興趣、能力等
c. 教學：教室教學的可觀察形式——管理、表徵、互動、發問、分組工作等
d. 評量：包含教學中對學生了解之檢核、教學後測驗學生的了解、評鑑自己教學的表現
e. 反省：對自己教學與班級表現回顧與批判的分析（要有實際之證據）
f. 新理解：教學目標、學科內容、學生、教學和自我

資料來源：引自Geddis & Wood (1997: 615)。

Peterson & Treagust (1998) 也針對 Shulman (1987) 和 Wilson, Sulman & Richert (1987) 提出之要綜合各種不同的知識成份而將之應用於教學情境中的過程稱教學法推理 (pedagogical reasoning)，提出他們的想法：它包含了六個部分，與上述表 1 之推理與行動相同，只是有不盡相同之詮釋，顯示此一教學推理環有其教學應用之功效。

本研究即是依此六項：理解、轉型、教學、評量、反省和新理解，而設計了教學法推理問卷來協助教師統整學科教學知識而設計教學。

研究者與參與教師（一位資深、教學受肯定之國小自然科教師）以上述 PCK 內涵作為教學設計之基礎。本研究在參與教師的屏東某國小五年級班級中實施，進行了一個學年，共計八個單元。設計的課程在參與教師的三個班級中進行課堂教學。為探究此課程設計是否有效，研究採用了以測量學生學習動機所發展的 IMMS 量表（詳見結語）請學生填答，並以 t 值考驗本課程設計。

肆、應用 PCK 設計單元教學——以「太陽運行的足跡」為例

參與教師以「太陽運行的足跡」例，列出詳細

的設計步驟如下：

一、學科知識的內容

(一) 知識的結構——以概念圖 (圖3) 表示，指老師對本單元相關概念與概念間關係的了解。

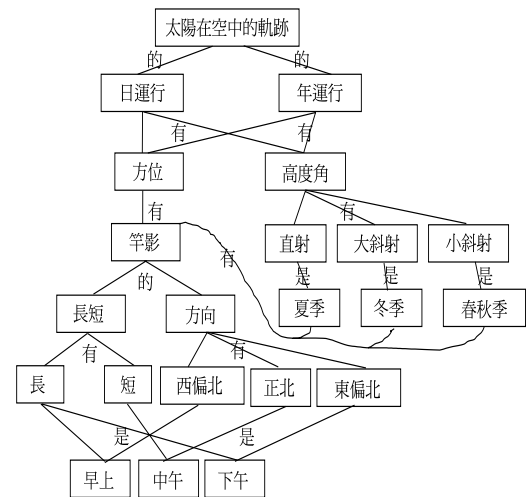


圖 3 「太陽運行的足跡」概念圖

(二) 知識的發展

知識的發展指學生在學習此單元概念時會有什麼困難？

1. 學生在量太陽高度角時，量角器的使用方式有問題；即數學課時，都是以平面量法，但在量太陽高度角時，牽涉三度空間，學生較容易產生測量工具的量法困難，宜用實作評量——檢核。
2. 由於太陽和地球的天體位置關係，學生無法跳脫至外太空觀察，屬於較抽象的概念不易理解，需要用模擬太陽輔助教具（如圖4），經由多次示範模擬太陽運行的情境，具體幫助學生理解。
3. 在模擬天空中找到太陽的位置，屬於較抽象的概念，需要經過多次的練習，並經由和學生的互動討論，才能幫助學生理解其方法。

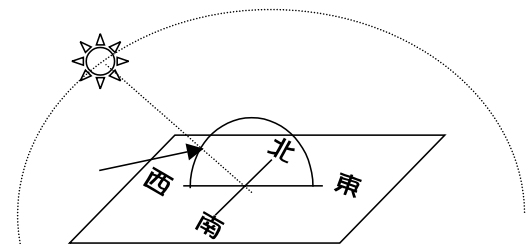


圖 4 模擬太陽輔助具使用圖

（三）知識的功能

知識的功能則是單元概念如何應用在日常生活當中。

1. 讓學生瞭解太陽的熱能是生活中熱的最大來源，並藉此瞭解生活中與太陽熱能相關之物品，如太陽能熱水器、太陽能發電、冷氣機、防曬用具、防曬油…等。
2. 在生活中，根據太陽影子的方向來判斷時間（早、中、下午等）。
3. 在生活中，根據太陽的高度角和竿影長度的關係，來判斷時間。
4. 瞭解太陽四季運行的路徑，判斷晝夜長短和氣候（冷暖、溫度高低）情形。
 - ◎夏天：晝長夜短（白天長，太陽運行路徑長）；溫度高，高度角高。
 - ◎冬天：晝短夜長（白天短，太陽運行路徑短）；溫度低，高度角低。
 - ◎春秋天：晝夜差不多（太陽運行路徑介於夏、冬季）；溫度介於夏、冬季，高度角也就介於夏、冬季。

二、瞭解學生學習科學知識的知識

（一）學生學過與本單元相關的概念

學生在低年級時學過太陽東升西落的概念、日光和竿影、影子遊戲等。

（二）克服學生對本單元學習困難的對策

利用學生實際操作實驗，並輔以教具示範說明、人體示範遊戲、電腦模擬等方式，讓學生發現其原理，瞭解整個學習內容。

（三）學生的生活經驗

日常生活中學生都曾經驗太陽在位置不同造成影子的長短與方向之變化。

三、教學策略與教學表徵的知識

學科內容的教學表徵包含了活動、舉例、示範、類比、說明以及其他教師對既定主題所可能使

用的方法（McDiarmid, Ball & Anderson, 1989）。教師的教學表徵的目錄（教師的教學技巧袋）絕大多數是來自經驗。科學教師應該瞭解在教導某個科學概念時，有那些是有效的教學表徵與策略，以幫助學生學習。以「太陽運行的足跡」單元為例：應用了故事、實驗、電腦模擬……等策略與表徵來幫助學生了解。（詳見附錄之教學設計——「太陽運行的足跡」教案實例）

伍、結語

為探究本教學設計是否能達成學生喜愛學習之成效，本研究參考了 Keller（1987）未出版的 Instructional Materials Motivational Scale（IMMS，教材動機量表是以 ARCS【Attention（注意）、Relevance（關聯）、Confidence（信心）、Satisfaction（滿意）。】為理論基礎而設計的量表，目的在測量學生對於教材內容的反應），依照國內國小學童的學習狀況加以改良，發展成為適合國內國小程度使用之動機量表，進行問卷的修改與編製。問卷經由三位有研究所進修背景國小高年級自然科老師閱讀修正，並與五位國小五年級學童進行面談，了解學生對問卷题目的閱讀理解與問卷設計原意是否相符，確保問卷之表面效度。以南部國小高年級學童 113 人（屏東 2 班、高雄 2 班、臺南 1 班）進行預試，並以內部均質性 Cronbach's alpha 說明量表之信度（如表 2）。

表 2 教材動機量表各分量表與總量表之信度

分量表	注意	相關	信心	滿足	總量表
信度	0.89	0.78	0.83	0.90	0.93

註：有效樣本 113 人，無效樣本 3 人。

研究者為瞭解參與老師的教學設計是否能起學生的學習動機，除了對參與老師所任教的三個班級做量表的施測外，另外還對南部（臺南、高雄、屏東）其它學校（12 所）高年級自然科老師們所任教的班級做為對照組，共有 21 班，學生人數共 643

表 3 教材動機分量表統計結果

動機要素	參與老師		對照組老師		t值
	平均值	標準差	平均值	標準差	
引起注意力 (A)	4.17	0.64	3.49	0.69	8.89**
與切身相關 (R)	4.15	0.57	3.62	0.69	6.79**
建立學習信心 (C)	3.97	0.66	3.39	0.61	8.16**
獲得學習滿足 (S)	4.41	0.73	3.64	0.86	8.35**
總平均	4.18	0.51	3.53	0.64	9.01**

分組變數：老師

**p<.001

註：參與教師 1 位有效學生樣本 97 人，對照組教師 21 位有效學生樣本 643 人。

人。以 IMMS 來檢測「太陽運行的足跡」教學設計之成效，結果如表 3 所呈現，顯示參與教師依本教學設計進行之教學，其學生在五點量表問卷中填答之各項平均分數，確較對照組教師之學生的平均分數更高，在 ARCS 四個動機要素中經 t 考驗後，均達 .001 之顯著水準。顯示此依 PCK 設計的「太陽運行的足跡」教學更能引發學生的學習動機，亦顯示了 PCK 之教學推理環來設計課程，的確是可行的教學設計策略。

參考文獻

- 何仕仁 (2003)。以科學探究的歷程輔助科學課程與教學之進行。《菁莪季刊》，15 (3)，57-64
- 段曉林 (1996)。學科教學知識對未來科教師資培育上的啓示。輯於第一屆數理教學及師資培育學術研討會論文集編 (頁118-143)。彰化：彰化師大。
- 黃淑卿 (2003)。利用探究教學提昇國一學生科學探究能力之行動研究。彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化縣。
- 劉宏文 (2002)。簡介探究導向的自然科教學。《中二中學報》，6，79-97。
- Anderson, C. (1987). *The role of education in the academic disciplines in teacher preparation*. Paper presented at the Rutgers Invitational Symposium on Education: The Graduate Preparation of Teachers, New Brunswick, NJ.

- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Cochran, K. F., King, R. A., & DeRuiter, J. A. (1991). *Pedagogical content knowledge: A tentative model for teacher preparation*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Geddis, A. N., & Wood, E. (1997). Transforming subject matter and managing dilemmas: A case study in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 13(6), 611-626.
- Grossman, P. L. (1988). *A study in contrast: Sources of pedagogical content knowledge for secondary English*. Doctoral dissertation, Stanford University. (DAI)
- Karplus, R., Renner, J., Fuller, R., Collea, F., & Paldy, L. (1975). Workshop on Physics Teaching and the Development of Reasoning. Stony Brook: American Association of Physics Teachers.
- Keller, J. M. (1987). *IMMS: Instructional materials motivation survey*. Florida State University.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Magnusson, S., Borko, H., & Krajcik, J. (1994). *Teaching complex subject matter in science: Insights from an analysis of pedagogical content knowledge*. Paper presented at the Annual Meeting of the National

附錄 教案實例

- Association for Research in Science Teaching, Anaheim, CA.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *PCK and Science Education*, (pp. 95-132). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- McDiarmid, G. W., Ball, D. L. & Anderson, C. W. (1989). Why staying one chapter ahead doesn't really work: Subject-specific pedagogy. In M. Reynolds (Ed.), *The Knowledge Base for Beginning Teachers* (pp. 193-206). NY: Pergamon.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Peterson, R. F., & Treagust, D. F. (1998). Learning To Teach Primary Science through Problem-Based Learning. *Science Education*, 82(2), 215-237.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Stofflett, R. T., & Stoddart, T. (1994). The ability to understand and use conceptual change Pedagogy as a function of prior content learning experience. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 31-51.
- Wilson, S., Shulman, L., & Richert, A. (1987). 150 different ways of knowing: Representations of knowledge in teaching. In J. Calderhead (Ed.), *Exploring teachers' thinking* (pp. 104-124). London: Cassell Educational Limited.

教學主題：

太陽運行的足跡

教學理念：

1. 讓學生新舊經驗相連結，並培養學生實際做實驗、測量的能力。
2. 充分讓學生養成思考、歸納、判斷的能力，並與他人共同合作的精神。
3. 慢慢訓練學生用概念圖來呈現自己已經學會的概念。

授課節數：

9 節（約 360 分鐘）

適用對象：

五年級（第三階段）

教學目標：

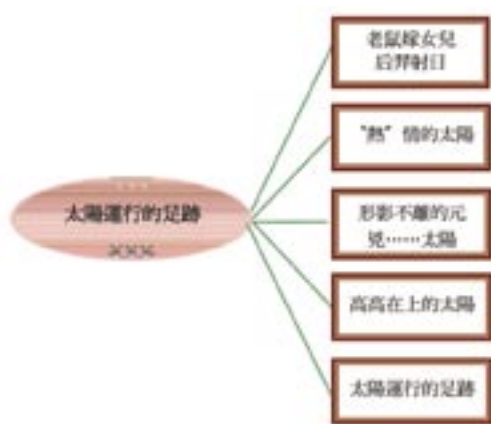
1. 了解太陽的功用。
2. 了解太陽的方向和竿影的關係，藉此判斷方向與時間。
3. 了解太陽的高度和竿影長度的關係，藉此判斷時間。
4. 了解太陽四季時，在天空中運行的路徑。

能力指標：

- 1-3-2-3 依差異的程度，作第二層次以上的分類。
- 1-3-4-1 能由不同來源的資料，整理出一個整體性的看法。
- 1-3-4-2 辨識出資料的特徵及通性並作詮釋。
- 1-3-4-4 由實驗的結果，獲得研判的論點。
- 1-3-5-1 將資料用合適的圖表來表達。
- 1-3-5-2 用適當的方式表述資料（例如：數線、表格、曲線圖）
- 1-3-5-3 清楚的傳述科學探究的過程與結果。
- 1-3-5-4 願意與同儕相互溝通、共享活動的樂趣。
- 2-3-3-1 認識物質的性質，探討光、溫度、和空氣對物質變化的影響。
- 2-3-4-1 長期觀察、發現太陽升落方位（或最大高度角）在改變，夜晚同一時間四季的星象也不同，但他們有年度的變化規則。
- 3-3-0-1 能由科學性的探究活動中，瞭解科學知識是經過考驗的。
- 3-3-0-4 察覺在「以新觀點看舊資料」或「以新資料檢視舊理論」時，常可發現新問題。

- 5-3-1-1 能依據自己所理解的知識，作最佳抉擇。
- 5-3-1-2 知道細心、切實的探討，獲得的資料才可信。
- 6-3-2-3 面對問題時，能作多方的思考，提出解決方法。
- 7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。

教學架構：



教學資源：

1. 準備引起動機故事的相關圖卡。
2. 吸管、針線、雙面膠、直尺、量角器、保特瓶

教學流程：

【引起動機】：「后羿射日」故事

概念：

引起動機

1. 老鼠嫁女兒故事引入太陽的神力。
2. 由故事引入整個教學過程：傳說以前有十個太陽，人們因為受不了太陽的酷熱，於是求救於神射手后羿，后羿就把其中的九個太陽射下……（可自行將故事改編趣味化）

【活動 1】：「熱」情的太陽

概念：

了解太陽的功用

◎因時間有限，以下問題則以「資訊融入」問題呈現的方式和學生共同討論。

1. 問題：后羿為什麼要把太陽射下呢？（創意推理）

2. 問題：太陽有這麼多的問題，為什麼后羿不把太陽全都射下來呢？（創意推理）
3. 問題：現代人又利用太陽作了哪些用途呢？（STS）
4. 問題：古時候的人認為太陽本來有十個，然後用「箭」把它射下來，以今天的科學觀點來解釋這樣的說法，你覺得合不合理？（察覺在「以新觀點看舊資料」或「以新資料檢視舊理論」時，常可發現新問題）

【活動 2】：形影不離的元兇……太陽

概念：

了解太陽的方向和竿影的關係，藉此判斷方向與時間。

1. 問題：后羿先生為了挽救世人，脫離太陽強大的熱氣，於是他準備把十個太陽射下來，但他不知道太陽在那個位置，請聰明的小朋友幫幫他的忙，正確地告訴他太陽的位置，好讓他可以準確地瞄準它。現在就請大家動動腦，怎樣可以清楚地表示太陽的位置呢？由小組進行討論並展示討論結果。（配合活動單 1） ~第 1、2 節
2. 問題：你想可以用什麼簡單方法，得知太陽的方向呢？（師生共同討論）
3. 經由問題 1、2 討論後，完成活動單 1 中（尋找篇）的 1（包括歸納）、2 題。
4. 根據活動單 1 的內容後，進行小組討論，問題：竿影和太陽方位及時間的關係是……，讓學生歸納出結論來，最後再完成活動單 1。 ~第 3 節

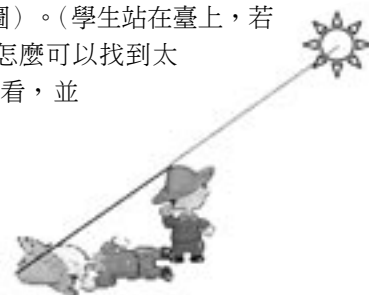
【活動 3】：高高在上的太陽

概念：

了解太陽的高度和竿影長度的關係，藉此判斷時間。

1. 藉由人體模特兒（由學生擔任）示範，說明太陽高度角的定義（如圖）。（學生站在臺上，若影子長為右圖，怎麼可以找到太陽？讓學生想想看，並發表，然後介紹高度角，也可以直接至陽光下示範。）

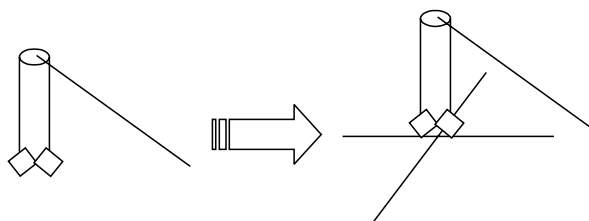
2. 完成活動單 2（量



量看)。

3. 說明【實作評量】太陽觀測記錄圖的步驟篇，示範其作法，然後讓學生至陽光下練習，並自行找一天觀測記錄，並於下次上課繳交此份【實作評量】。(竿影可以利用吸管、雙面膠、縫衣線來製作，如下圖)

太陽觀測器製作說明



將試管裁短，以免影子過長，將底部壓扁，剪十字，展開後可直立，並貼上雙面膠，在頂部用針穿過綁線。然後將它黏貼在【實作評量】上的方向盤上。

～第 4、5 節

4. 將學生製作好的【實作評量】，找一張影印成投影片，並將活動 3 也影印成投影片，說明如何將觀察結果記錄在記錄表上，並根據自己的資料繪製折線圖。
5. 根據活動 3 的實驗內容，進行小組討論，問題：太陽高度角和時間、影子、溫度的關係是……，由學生進行小組歸納，並上臺報告，完成活動單 3 內容。

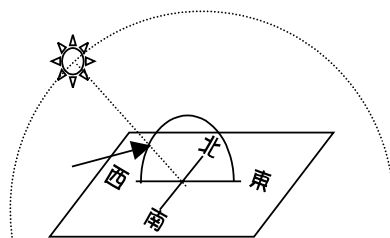
～第 6 節

【活動 4】：太陽運行的足跡

概念：

了解四季，太陽在天空中運行的路徑。

1. 天空那麼大，要觀察太陽的運行路徑不容易，我們請出小叮噹（哆啦 A 夢）來，用它的「縮小燈」把整個天空縮小成保特瓶（如下圖），當天空縮小成保特瓶時，方向如何與真正的天空方向相同，讓學生發表，然後發指北針，讓學生根據指北針的指示，將保特瓶的東西南北對準指南針的方向。
2. 接著讓學生依小組方式，到外面陽光下實際操作，並透過老師的引導（老師不要直接告訴學生方法），老師多操作幾次，讓學生自己發現如何在保特瓶上找出太陽的位置。（錄下學生操作情形，以便下節課使用。）



3. 放映實驗錄影情形，讓學生進行小組討論，如果天空縮小成保特瓶，那太陽的位置應該怎麼找呢？讓學生討論完後，並上臺說明方法。（老師可以到各組給予協助、提示）完成活動單 4 另類測量。
4. 交代學生依小組形式，找一天來觀測，將太陽一天的運行路徑用圓形有色貼紙標示出來，於下次上課討論用。（並分給組長「分組實驗記錄表」，以便瞭解全組做實驗的情形）～第 7、8 節
5. 根據學生的實驗結果，進行實驗發現和歸納（小組討論和展示說明，這裡的討論和說明時間較長）。（單槍+提示機：展示說明）
6. 老師將一年的四季（恆春）的太陽高度角數據和溫度數據，用投影片（powerpoint）展示，並根據數據找出發現。
7. 根據 5、6 的討論，完成活動單 4 的追根究底問題。～第 9 節

評量方式：

1. 學生能夠利用竿影辨別太陽的方位（實作評量、活動單 1）
2. 學生能夠測量太陽高度角（實作評量、活動單 2）
3. 能將實驗數據詳細記錄及繪製折線圖（活動單 3）
4. 科學態度、討論、發表能力。
5. 紙筆測驗。

活動單 1

形影不離的元兇...太陽

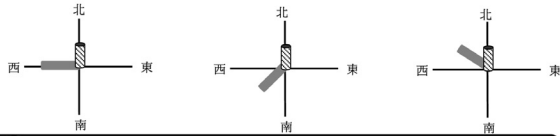
年 月 日 超級警官：

瞄準篇 要清楚地描述「太陽的位置」，必須包含哪些要素呢？

尋找篇 你想可以用什麼方法來找出太陽的方向呢？

1 請小朋友根據竿影的位置，把太陽的方位找出來，並找出竿影和太陽方位的關係來。

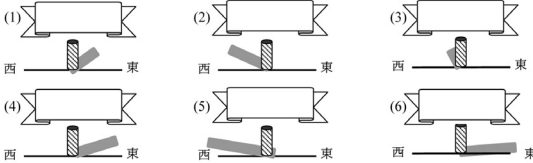
- (1) 太陽在()方 (2) 太陽在()方 (3) 太陽在()方



結論 竿影和太陽方位的關係是...

2 以下的竿影圖是大雄一天的實驗記錄，但他居然把圖和時間給搞混了，請小朋友幫忙，幫他在圖上登記正確的時間。

時間：早上 7:00，早上 10:00，中午 12:00，下午 2:00，下午 4:00，下午 6:00



結論 竿影和太陽方位及時間的關係是.....

活動單 2

高高在上的太陽

年 月 日 攀登者：

量量篇 請小朋友根據太陽和竹竿的位置，把太陽的高度角畫出來，並用量角器量出度數來。

1. [] 度 2. [] 度

活動單 3

請小朋友利用太陽觀測器，把觀測結果記錄在實驗記錄表中，然後再畫折線圖。

【紀錄表】		地點：	日期：	高度角(度)	【實驗記錄折線圖】
觀測時間	太陽方位	太陽高度角	溫度		

發現 太陽高度角和時間、影子、溫度的關係是.....

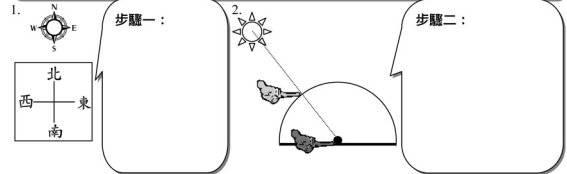


活動單 4

太陽運行的足跡

年 月 日 觀察者：

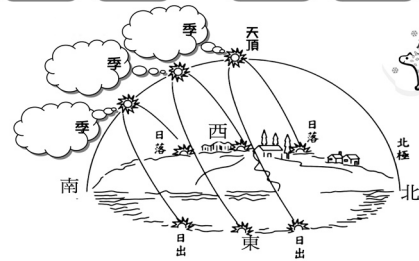
另類測量 利用保特瓶底座、方向盤、指南針和有色貼紙所做成的太陽路徑觀測器，怎樣可以標示出太陽的位置來？



結論 利用「另類測量」法觀測記錄太陽後，太陽在一天的運行路線是.....

追根究底 先回答下面的問題，並根據四季影子的長短和老師所展示一年的太陽高度角數據，來判斷春、夏、秋、冬四季太陽運行的路徑。

哪一個季節最熱？ → 哪一個季節最冷？ → 哪一個季節中午的影子最短？ → 哪一個季節中午的影子最長？ → 哪一個季節白天最長？ → 哪一個季節白天最短？



初稿收件：民國 94 年 3 月 30 日

完成修正：民國 94 年 9 月 27 日

正式接受：民國 94 年 10 月 4 日

The Study of Using PCK to Design Curriculum in Elementary Science

Ching-Yi Chang

Tajen University

The study was based on the pedagogical content knowledge (PCK) that was the most important knowledge of a teacher. The case study was used in this research. The participant designed a teaching unit “trace of the sun in the sky” according to the content of PCK. By constructing a concept map, thinking about the students’ knowledge and the relative knowledge in daily life of this teaching unit, the participant designed a whole teaching plan and implemented it. Then we used the Instructional Materials Motivational Scale (IMMS) to detect the outcomes of this unit, the grades of the participant were better than the 21 others’. It was shown that the designation was effected in students’ motivation.

Keywords: PCK, curriculum design, competence indicator