

概念的研究及其意義

黃台珠

國立臺灣師範大學科學教育中心

概念是一個抽象化的名詞，但它卻是我們人類文明藉以寄存並用以溝通之物，學校教學上概念的建立及傳授佔有一個非常重要的角色，它到底是何物？有什麼特性？與我們教學有何相關？爲了使我們的教學更成功，我們應該對概念本身及其與教學的關係作進一步地了解。

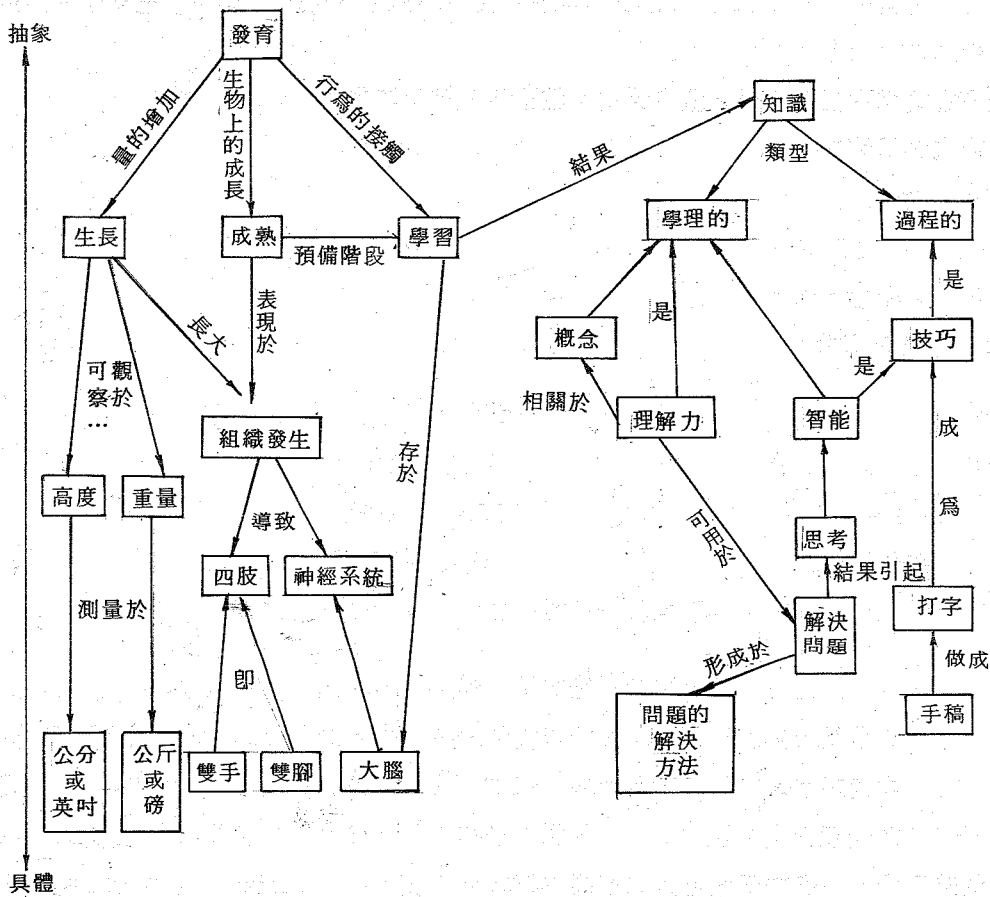
壹、何謂概念及其意義：

有關“概念”之概念曾被哲學家、語言學家、心理學家及各行之學科專家爭論多時，尚未建立一個適當的模式。事實上概念是否真的存在，亦是一個爭論。行爲派的心理學家們不太探討心智的領域，所以對他們而言，概念若是存在，則被視作是一群能產生某特定反應之相似刺激。而認知派的心理學家，他們一直希冀能了解較高層次的心智活動，如思考、解決問題的能力、智慧等，則視概念爲一心智的活動，是經由學習及經驗而來，且隨着成長而修正。

概念是人類思考和了解的工具⁽¹⁶⁾，亦是學習的“基本單位”，這即是說，經由有意義的學習而獲得的概念，使得人類能夠具有深入思考的能力⁽¹¹⁾⁽¹⁴⁾。我們所能接受的知識，可以說是透過許多經由經驗及有意義學習而來的概念結構之過濾⁽¹⁾⁽²⁾。同時我們將來是否能夠達成進一步地學習，亦受我們過去所學的促進或抑制。

從認知派心理學家的觀點，我們可以將知識描述爲一群相關概念組成之認知網系，其中結處是概念，其間之線是表明概念之間的關係，圖一即是一個概念結構之一部分，以表明其網系關係。在此圖中其結構是有階層性，較抽象的概念存在於此網系的上端，而較具體的例證則存於此網系之下端。當然此網系爲了說明方便起見，已簡化了許多，但它仍能表達出對「發育」的概念。

若是概念果真重要，且在認知結構中能促進學習及了解，那麼教育學者必須了解概念之特性。所以本篇的內容順序是先幫助大家對概念的特質有所了解，然後介紹一個概念的模型



圖一 一個用文字表達簡化的概念網系圖

，當然此模型和其他模型一樣有缺陷，但是整體而言，它能捉住概念主要的特性並幫助教育學者對教學及學習的了解。最後將此模型之不適之處加以批評，以使利用此模型的人有正確地了解。

貳、概念的特性：

概念有三個主要特性，若缺少其中任何一個，則此概念就無法存在。

第一個特性是其共同性（Regularity），一個概念在物體、事件或其他概念之中有其共同性，所以了解一個概念是指知道其分類的規則，能分辨出何者屬於此概念範圍，而何者則非，同時能找出此一概念與其他概念之關係及其差異性。

例如化學上的莫耳（Mole），其：

定義：物質之量，相當於 12 克碳的原子數目，可用於原子、分子、離子、電子等有固定結構之粒子上。

與其他概念之差異性：物質之量有質量、粒子數、體積等其他測量之單位。

與其他概念之相關性：

其上之概念為測量物質之量。

平行之概念為質量、粒子數、體積。

其下之概念，無。

能分辨例證及非例證：

例證：

6.02×10^{23} 輛車

16 克氧原子數

32 克氧分子數

22.4 升的氣體在 STP 下氣體分子數

非例證：

6.02×10^{21} 輛車

15 克氧原子數

16 克氧分子數

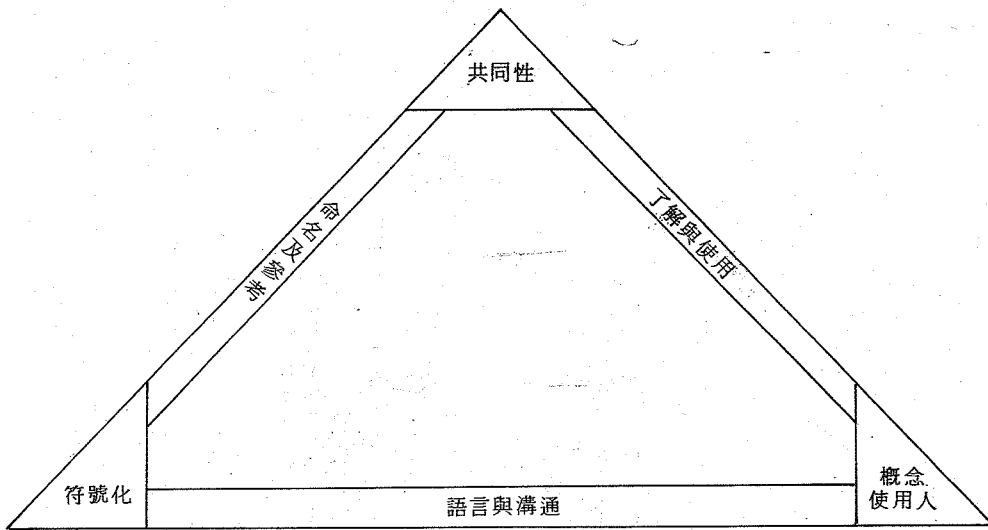
22.4 升的氫在 STP 下氫原子數

概念的第二個特質是符號化，其命名是為了人類之間的溝通以及個人認知結構中概念之使用。一個成人的思想很少能不依賴語言的符號而表達出來。很有趣的是此命名是人為的，所以語言中的片段能夠修改而不改變其意義。例如，我們通常所稱的“椅子”並不因為我們稱它為“子椅”此無意義之名詞而改變，因為“子椅”仍可代表“椅子”所代表的概念。事實上不同的語系中，同樣的概念可以以不同的符號來代表，以“Chaise”和“Stuhl”分別在法文、德文中均代表椅子。這並不表示語言是完全可以翻譯的，有些語言能達成概念的區別，有些卻不能。正如渥爾夫（Whorf, 1956）的看法，語言只能部分地表達概念與智能，所以語言在認知上有所限制。

第三個概念的特性是其使用者，世界並非依概念之分類而塑造，而是概念依據文化的方式來表達真理，以方便人類之溝通與使用。個人是生存於文化當中，必須使用該文化的語言，並繼續傳遞至後代，一段時間之後，語言會發生部分修改及變異，如現在所流行的「蓋」「菜」等名詞。若是此文化被毀滅，則存於此文化當中的語言及概念即不復存在了；或是當人類不存在，則概念亦不存在了。這些觀念初次接觸並不易接受，因為我們一直以為概念是一直存在於世界之中，事實上概念是人類所造，存於人類的心智之中，經符號化而用於人類之溝通上。

此概念的三個特性在圖二中表達出來：

此三特性及關係可歸納為：當人類接觸到世界上的各類事物及現象，試圖找出其共同性，並將此共同性符號化，利用語言作為人類之間溝通之用。



圖二 概念其三個特性及其關係

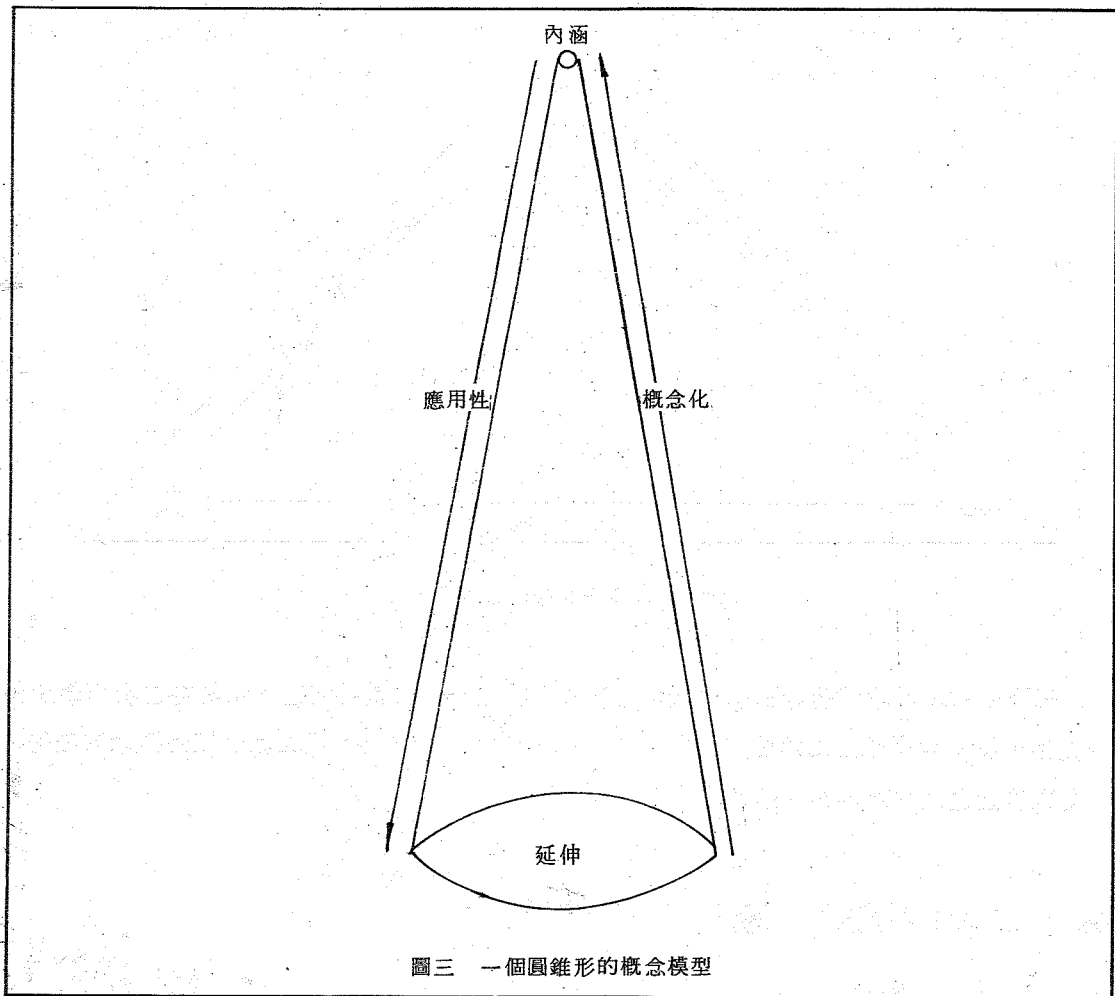
在下面一段，我們將特別討論概念化的核心特性——即其共同性。當然各位教育學者對符號化及使用者所擔任的角色亦不要忽視，在此我們不作詳述，後面我們談到概念的獲得時，會對概念之使用者再作一些說明。

參、概念的模式—圓錐形結構

為了使概念更具體及易於了解，我擬採用潘恩思⁽¹⁰⁾，在國際教育發展會（International Congress on Education）上所發表之一篇論文——「概念及概念的獲得」中所提到的一個概念之模型加以說明。這是一個圓錐形的結構，此模型當然亦有其缺陷，即此底部之圓形，劃有一個固定的範圍，顯得概念似乎有一最終結構而無彈性；事實上概念是具有彈性的，這個缺陷我們隨後會討論。當我們將此缺陷補救後，整體而言，此模型能幫助我們對概念的了解。

在此圓錐形底部的圓形，我們稱之為延伸（Extension），表明它為概念之延伸部分，包含所有屬於此概念之事例。以“椅子”的概念為例，所有稱作椅子之物均位於此圓形內，為延伸區的一部分。而不在此圓內之物即不屬於椅子的概念下。

此圓錐形的頂端稱之為內涵（Intension），即是萃取出此概念之特質，共同性或定義等規律性，若我們再以椅子為例，則此內涵是指所有在延伸區內我們稱之為椅子之物其相同之特性，我們依據什麼將某些物體稱之為椅子？椅子與非椅子是如何區分？什麼是椅子的定



義？所以此類規律性、規則或定義即是我們稱之為概念內涵部分。

當我們由概念延伸部分推至其內涵部分，我們稱此過程為概念化（Conceptualization），我們是由許多事例之中發現其共同性，此概念化的過程是一種歸納的方式。雖然許多發展心理學的書籍及文章深信此為概念獲得的方式，但是事實上我們一般的教學卻很少採用此方式。

當我們由概念的內涵部分推至其延伸部分，即是應用此概念，當你一旦明瞭其規律或規則，則可區別事件是否應屬於此延伸部分。由內涵部分推至延伸部分的方式是一種演繹的方式，即將概念之規律性應用於事例之上。

由上面看來好似一旦我們學到規律性，即可演繹至一切事物之上，我們已將此概念之最終型式學到，其實這是一個誤解，我們下面對此點加以說明。

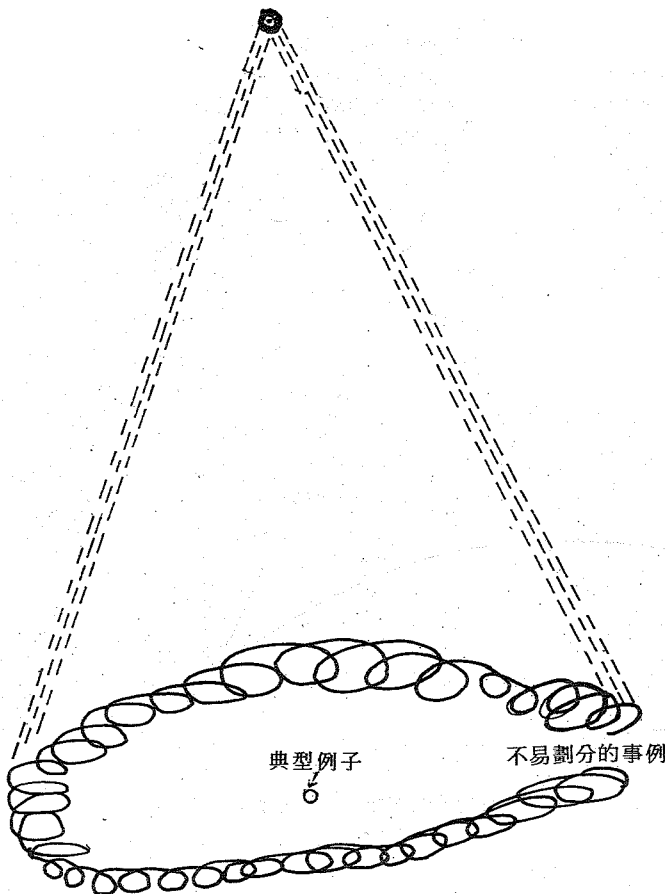
首先要說明，概念並非如此模型所示具有一劃定之範圍，而且它們也不能由簡單的規則

或定義而完全學得的。事實上概念是一直在演化修正的，我們也無法一下子即獲得概念的最終型式，因為概念根本就沒有最終的型式存在，若是我們能了解此點，則上面所提之概念模型在教學上即可發揮極強大的功能。

肆、對圓錐形模型的批判

我們可以說以上所提的圓錐形模型是錯誤的，因為此圓錐形模型底部之圓有明顯的界限，好似表明屬於此概念之例子與不屬於此概念之例子能很明顯地分開。事實上，許多情況下，屬於此概念之例子與不屬於此概念之例子並不易劃分，也就是說此模型之底部應有一模糊之邊緣，此地帶之寬度視概念之類型及其語言表達的情況而定，愈是抽象，愈是不易用語言明確表達之概念，此模糊地帶愈寬。

在此底部延伸地帶愈靠中心之例子，愈具有相關之特性，由中心向外圍的例證則其明顯的特徵漸減，而趨於模糊的邊界，也就是說屬於模糊邊界之例子在某些情況下可包入此概念之例證內，在另外的情況下則被踢出，所以此模型應修訂為如圖四所示。



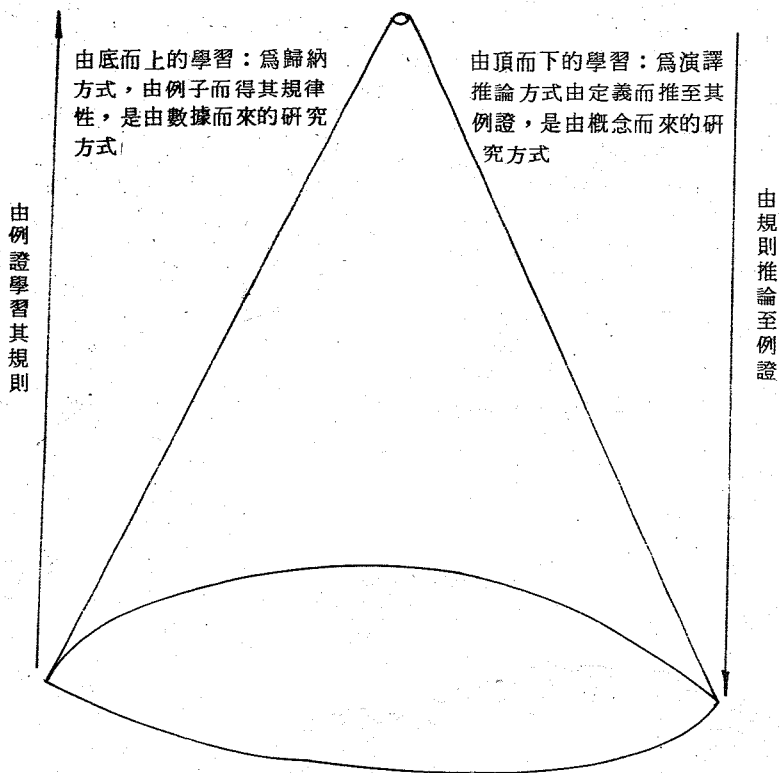
圖四 將此圓錐形之模型修正，
將其延伸部分之邊緣劃模糊

就是修訂後的模型亦不是完美的，因為當邊緣模糊時，則失去劃定一範圍之意義。請看下列的例子：

一個巨人走在臺北街頭，走累了，坐在希爾頓旅館的大樓上休息，這樣看來此大樓是否是一張椅子呢？在此例子中其答案是“是的”，然而我們卻永遠不會將希爾頓旅館包括入椅子內，若是我們將其納入，則又有其他無數之事物可視作具有椅子的功用。

因此我們開始了解概念的延伸區域是沒有一個準確的範圍，同時一群有限的事例也無法完全代表概念，而且概念之意義來自概念之間的關係，概念並非獨立存在的，而是彼此相關存於概念之網系中。

對於延伸部分之批評亦可推至內涵部分，我們很難找出一個概念的明確定義，我們無法將一些特例歸納於定義之內。如上例，我們只能依其功能而認定其為椅子。所以概念常會與其他概念有相交之處，圓錐形模型之缺點是無法表達它與其他概念之間的關係，在此情況下概念網系圖之效果較佳。但是當我們了解其限制後，此圓錐形模型在教學上仍是一有力的工具。



圖五 由圓錐形模式發展出的兩種極端不同的概念學習類型

伍、由圓錐形模型而發展出的教學類型

由此圓錐模型我們可以對於概念的學習發展出兩種極端不同的方式，此二類型列於圖五中。

奧斯貝（Ausubel, 1968）曾闡明概念的形成，為由下而上的歸納法，使得原有概念發生演化修正，再由上而下演譯至模糊不清的邊界，使這些模糊不清的概念更加清晰。

由底而上或由頂而下的學習是目前最具影響之學習理論的基礎，蓋聶⁽⁵⁾⁽⁶⁾，所主張的即是由底而上的理論，我們先要具備概念網系中底部的先決條件，然後慢慢向上達成最終概念學習的目標。依據他的理論，課程的發展即是一種技能的分析與教學的計畫。但是事實上除了一些具體的技巧外，此種處理方式是無用的。例如一個複雜的概念“評鑑”，如何完成其技能分析？這類的例子佔了學校學習的大部分，我們可以作概念的分析，但是並非均採用由下而上的教學。常常許多非常抽象而有用的概念我們須要先引入，然後再慢慢地用例子去引證。

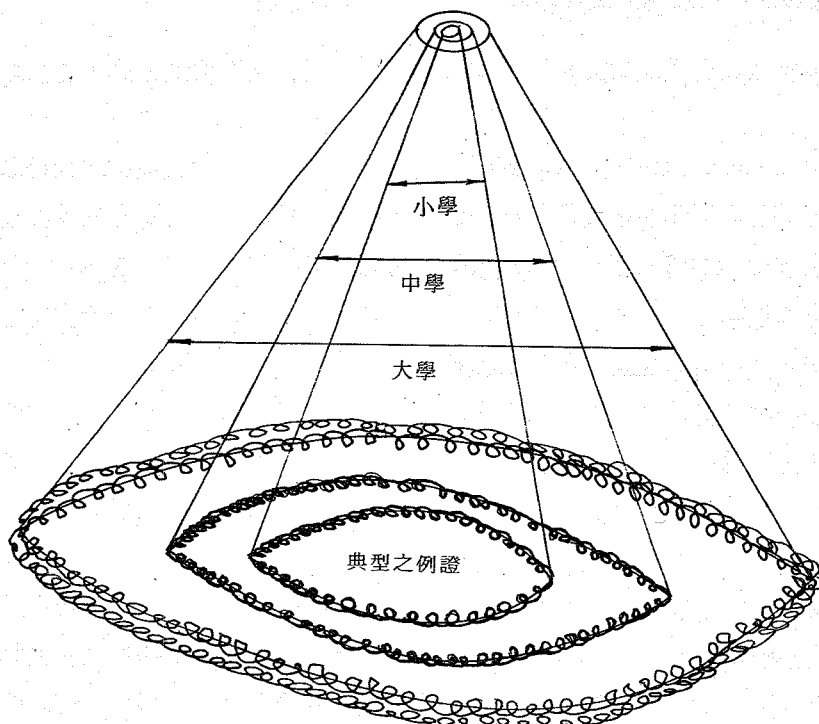
由頂而底部的方式表現於布魯納⁽⁴⁾的螺旋式課程結構中。他並不分析一個概念的組成條件，而是分析整個學科的結構及其主要概念。這樣同樣的概念一次又一次地在不同的學習階段中出現。如“能”在小學及小學以前是一種直覺的型式，只讓學生經驗到何者是能；在初中階段即較為深入，談到“能”的型式可以改變；在大學階段則“能”的概念是以抽象的數學公式來表達。我認為這種理論較蓋聶易於接受，這樣學生的概念能隨其智能的成長及經驗而一直更新修正。

概念的獲得與以上兩種極端不同的學習理論相關，但卻不相同，老師若能了解概念獲得之模式，則對其概念學習的了解會有很大的幫助。

陸、概念的獲得

概念永遠不能完全獲得！若是我們用原先的圓錐形模型，概念是可以完全獲得的，因為在原先的模型中，概念的延伸區域具有一個明確的範圍，然而經由分析後我們發現，除非是屬於非常狹義或操作型定義之概念外，概念並無明確的界限範圍，對“椅子”這樣具體的概念是如此，對抽象的概念如“民生”、“意義”、“評鑑”等更是如此。

以「能」的概念為例子，也許在一年級的小孩其能的概念很模糊、很直覺、很多誤解；對一個中學生「能」的了解較詳盡，誤解較少；對一個大學專修物理的學生，對「能」的了解更加深入；而研究生或教授對「能」的了解更透澈。但是即使這教授是研究“能”的佼佼者，事實上他也沒有達到“能”的概念之最終型式，所以每一個人只是在層次上有所不同。



圖六 概念無最終之型式，每個人的了解只是在層次上有所不同

以具體的概念“椅子”為例子亦是如此，雖然我們對於椅子的概念均有相同之處，以便溝通，但是我們對椅子的概念與古董家對椅子的概念又相差一截。同樣一個物件也許我們只認為它是一張椅子，但古董家卻認為它是一張十六世紀用稀有木材所造的珍貴之物，值很多的錢。所以同樣之事例，因為個人對此概念之了解在廣度及深度及興趣上均有所不同，故其看法亦有所不同。

另外不同民族的人對同樣的概念其所看重之內容亦有所不同，趙金祁博士在其博士論文⁽⁸⁾曾探討中華民國和美國的學生對質量及重量二個物理概念的看法及了解是否有所不同，發現二者在概念的了解上相仿，但是其差異存在於相關名詞重要性的排列上，我國學童較看重理化之定律及其相關連的問題，並發現我國學生較會記憶；而美國孩子對質量有較發散的想法。所以我們可以說，每個人均對概念有所了解，但卻可以說沒有任何二人是完全相同的，這與個人所接觸的環境及經驗有關。

所以我們深入淺出地說，概念絕非以全或無的方式學習，而是一直在不斷地演變修正。同時學科中的概念亦是彈性的，容許修訂的。比方說光學方面，牛頓從力學的觀點認為光應具有粒子性，由於牛頓在學術上的權威性，使得光的粒子說流行了一個世紀。海更斯（Huy-

gens) 雖然提出光的另一種新觀念：波動學說，但是直到 1801 年楊格 (Thomas Young) 完成著名的光的干涉及繞射實驗，才給光的波動說注入了新的生命。此後即發生粒子說與波動說的爭辯，一直到廿世紀初期，光的雙重特性才被認定，即光兼有粒子性與波動性⁽¹⁹⁾。所以我們對於光的概念是容許修正的，總是試圖使得其包容性更大，能使延伸區的模糊地帶更清晰。但是此模糊地帶永不消失，隨着我們概念的演進，我們對於事物又有新的看法，同時又發生新的疑惑。因為大多數概念並非以全或無的方式學習，所以我們的概念才能一直演變修正，我們才一直在進步。

若是將學習的理論視作由下而上如蓋聶所主張的，則對概念的學習是不正確的，因為一般概念並無最終型式，你如何去分析其組成概念呢？

有意義的學習是將新資料附加於認知結構中已存的知識上，這是概念進化之過程。有意義的學習在奧斯貝⁽¹⁾所談論之概念之含攝作用 (Subsumption) 中最能捉住其精義。他所談論之含攝作用有兩種類型，一為附屬性含攝作用 (Subordinate subsumption)，一為統轄式的含攝作用 (Superordinate subsumption)。

在附屬性的含攝作用中，新的資料是附屬於認知結構中概括性較高的層次上，這是最常見的學習。在此學習的過程中，其本身及被包含的概念均被修正，它不是簡單的容納，而是當新的概念加入時，它會改變及修正原有的知識，所以學生對知識的了解是經由其逐漸加入的附屬概念及修訂過程，故可以表示為：

$$A + a_1 \longrightarrow A' a_1' + a_2 \longrightarrow A'' a_1'' a_2'$$

(概念) (事實) (修正的概念) (事實) (再修正的概念)

此A為被附屬的概念，而 a_1, a_2 為附屬上的事實。

而統轄式的含攝作用為二個獨立的概念經由一個更高層次的概念予以融合，最典型的例子即為愛因斯坦將質量與能量二概念用 $E=mc^2$ 融合起來，故可表示為：

$$AB + C \longrightarrow ABC$$

(A, B, C 表概念)

柒、概念研究的目的——為了使教學更有意義

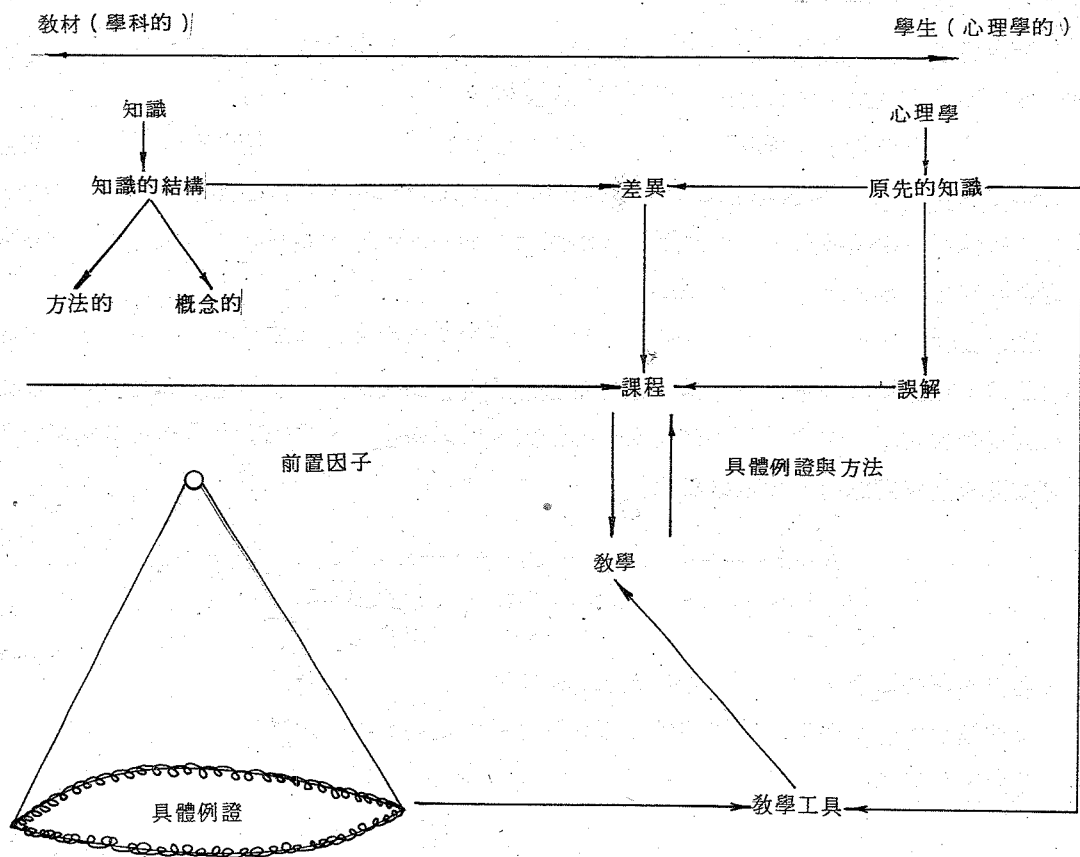
若是一個老師希望其教學成功必須具備兩方面的知識，這亦是有意義學習的必要條件：

(1) 在學科領域內教師要教得通，必須對該學科有深入的了解，這樣他才能幫助學生澄清誤解，促進學生的思考，並能捉住教材的精義，解釋知識的來龍去脈。

(2) 教師必須了解有意義學習的過程，否則很容易發生死記的現象。要知學習理論是教學理論之基礎。

所以我們要求老師不但是位學者，也是位心理學家，雖然這不是件容易的事，但是卻是有有意義學習的必要條件。

圖七綜合此學識及心理學在課程發展及教學設計上的角色，此圖左方為學科知識，右方為學生即心理學。



圖七 一個課程發展及教學設計的相關模式

教師所要面臨的第一個技能是分析其教學的內容，老師必須要取出所要教的知識，此取出包括組織其概念網系圖和分析所應包括的知識，其技巧另篇討論。

第二個技能是評估學生現有的知識狀況，即建立一假設的學生的認知圖，包括學生已有的概念以及存在的誤解。要能正確地評估學生是一個教育心理學上的問題，亦與經驗有關，亦待另篇討論。

總之課程是彌補學生應該知道的與學生已經知道的之間的差距，並包括糾正其誤解。每

一個要被介紹及糾正的概念均包括於此圓錐圖模型之模糊地帶，修訂概念內涵，以使得概念內涵之包容性更大，並用實例來驗證及修訂。至於所採用的教學工具應是學生熟悉的。

所以一個成功的老師要能適當地配合使用由頂而下及由底而上的教學方式。

捌、結 論

教師是一個令人敬佩且須高度技巧的職業，其最重要的任務是增加學生的概念，加強其思考的能力以及解決問題的能力。所以教師必須要有清晰而正確的學科概念結構，以及對學生正確的評估及了解，才能達成幫助學生進行有意義學習的目的。

所以本篇主要的內容為認識概念之特質、模式、及其獲得，並將此應用於教學上，以達成學生有意義的學習。

參考文獻

1. Ausubel, D.P. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1968.
2. Ausubel, D. P., Novak, J. D., and Hanesian, H. *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1978.
3. Chao, C.C. *A Study of Conceptual Elements Involved in Two Physics Terms for Students of Different Cultural Backgrounds*. Ph. D. Dissertation, Ohio State University, 1974.
4. Bruner, J.S. *The Process of Education*. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1960.
5. Gagne, R.M. *The Conditions of Learning* (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1970.
6. Gagne, R.M. and Briggs, L. J. *Principles of Instructional Design*. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1974.
7. Gowin, D.B. "The Domain of Education." Unpublished draft manuscript. Ithaca, New York: Department of Education, Cornell University, 1976.
8. Johnson, M. Jr. *Intentionality in Education*. Albany, N. Y.: Center for Curriculum Research and Services, 1977.
9. Pettit, P. *The Concept of Structuralism: A Critical Analysis*. Berkeley, California.

Press, 1975.

10. Pines, A. L. *On Concepts and Their Acquisition*. Paper Presented at the International Congress on Education (3rd, Montreal, Canada, June 1-4, 1980)
11. Pines, A. L. " Scientific Concept Learning in Children : The Effect of Prior Knowledge on Resulting Cognitive Structure Subsequent to A-T Instruction. " Unpublished Ph. D. dissertation, Cornell University, 1977.
12. Pines, A. L. " The Technique of Administering Clinical Interviews : A Method for Assessing Cognitive Structure. " Paper presented at the 27th Annual Convention of NSTA in Atlanta, Georgia, 1979.
13. Pines, A. L. " Protocols as Indicators of Cognitive Structure : A Cautionary Note. " *Journal of Research in Science Teaching*, 1980, 17 (4) : 361.
14. Pines, A. L. " Scientific Concept Learning in Children Subsequent to A-T Instruction : The Effect of Prior Knowledge on Resulting Cognitive Structure. " Paper presented at the Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST) held in Toronto, Canada, 1978.
15. Pines, A. L., Novak, J. D., Posner, G. J., and Van Kirk, J. " The Use of Clinical Interviews to Assess Cognitive Structure. " Monograph #6, Curriculum and Instruction Series, Department of Education, Cornell University, 1978.
16. Toulmin, S. E. *Human Understanding, Volume 1: The Collective Use and Evolution of Concepts*. Princeton, New Jersey : Princeton University Press, 1972.
17. Whorf, B. L. *Language, Thought, and Reality: Selected Writings of Benjamin Lee Whorf* (J. B. Carroll, Ed.). Cambridge, Mass. : The MIT Press, 1956.
18. Wittgenstein, L. *Philosophical Investigations*. London : Blackwell, 1953.
19. 林明瑞 " 物理學的起源及發展——人類如何從星象的觀測進而發現原子的存在 " 科學教育月刊第 31 期 16-23 頁 (1979) 。