

人體心肺循環概念類型之建立

許照紅

東方設計學院食品科技系講師

摘要

本文旨在收集台灣南部某學院四技二專非科學主修系科一年級學生，在人體循環概念單元接受不同教學處理後，以「回憶」測驗進行施測，由學生就自己的印象，任意回想並寫出心肺循環中相關結構的名稱，採行紮根理論的持續比較法進行分析，以瞭解學生心肺循環概念的類型及回憶概念的個數。將概念分成完整模式、分類模式、半知模式及其他等四類，完整概念數為19，研究結果發現概念回憶個數以13-18者居多，概念類型則以提出三類分類模式、完整模式及五類分類模式居多。

關鍵字：心肺循環、概念分類、紮根理論

壹、前言

生物學在技專院校非科學主修系科的課程上被列為必修，但即使高中職學生在進入技專院校前已有生物或生理的學習經驗，多數學習者仍認為生物是令人覺得困難的科目，尤其在被要求閱讀與理解圖片、圖本時，部分學習者更是覺得束手無策（許照紅、許德發、許瑞珍 2009）。

本研究在使用以圖為本的教學處理後，收集學生心肺循環概念表徵的方式與概念個數，可作為反思教學處理是否適宜的參考。圖片在生物學習的殿堂中是不可或缺的工具，表徵了抽象無法具體正視的生命現象與結構（許照紅，2010），尤其循環系統的教學與研究上，亦都大大的利用了圖像表徵。生物學抽象不可親近之知識，如要以文字起承轉折妥善敘述，恐怕會形成長篇大論，倘若引一圖以蔽之，省去不少文字版面，縮減閱讀時間，使學習者改變學習內容深感困難的觀點，未嘗不是教學與研究的成就。

Chandler 和 Sweller（1991）為要驗證認知負荷理論之冗餘文本訊息效應及分散資源訊息效應對圖文佈局的影響，提出一系列的測驗。本研究在循環系統的教學上，使學生接受以圖本為本之相關任務後，參考 Sweller 的測驗項目，探看學生經回憶測驗後所提出的概念為何？提出的概念數有多少？將概念與概念數加以分類、定義，以期作為心肺循環概念獲得類型之參考，並可供相關教學活動的回饋與反思。

貳、文獻探討

在人體生理的學習單元中，血液循環系統被多數學者列為困難且存在許多另有概念（Chi, Chiu, & de Leeuw 1991；許朝貴、耿正屏，1995；鄭湧涇，2001；黃柏蒼，2003；劉寶元，2003；劉寶元、劉嘉茹，2006）。循環系統是生物學一個很重要的單元（涂志銘，2005），大學生對於循環系統的知識亦出現另有概念（許照紅、黃台珠，2006）。許多學習者不論在學習前後，也都自覺循環系統是「複雜的、不容易習得」的（許照紅、

許德發，2007），於是各方研究者便從概念的發展、學生持有的迷思概念、概念改變的情形等不同角度探討學生的學習情況。

循環系統的概念除了包含心臟、血管、血液等相關概念之外，血液循環負責將肺部吸入的氧氣送到全身各地，負責將消化系統吸收的養分送到全身細胞，也負責將全身細胞代謝的廢物送至排泄器官排出體外，所以循環系統是一個整合性很高的主題。同時也被黃柏蒼（2003）認為在學習上是困難的，主要是因為它所涵蓋的概念除了包括細胞、組織、器官等微觀層次的組成外，也包含各組織層次彼此錯綜複雜的關係，是需要整合的概念學習。

概念為學習的「基本單位」，是人類思考和瞭解的工具（黃台珠，1984）。概念雖然是一個籠統的抽象名詞，但是卻是人類認知外在世界的基本單位，在不斷將事物概念化的過程中，不但可將經驗簡化，並且提供瞭解新知識的基礎。概念也是理智的工具，運用它可以把感覺回憶的材料集中起來，以便澄清含糊的事實，使看起來似乎混亂的東西變得有秩序，使不連貫的東西統一起來（高慧蓮、吳淑珍、蘇明洲，2004）。

概念是一個抽象的名詞，是人類思考與了解的工具。沒有一件事物是獨一無二的，或與其他事物不相關聯，因此任何事物都可以找到一個歸屬的類別，而成為此類別中的一個正例（positive instance）（Bruner, et al., 1956）。也就是依據個體經驗和名稱符號做事物的區辨，亦即概念是在事件或物體中尋出規則後的標籤（熊召弟，1996）。

心理學家對概念的分類進行了大量的研究，其中有四種分類對概念的研究與教學有重要意義。這四種分類分別是（1）日常概念與科學概念（L. Vygotsky）；（2）難下定義的概念與易下定義的概念（C.L. Hull）；（3）初級概念與二級概念（D. P. Ausubel）；（4）具體概念與定義性概念（R.M. Gagne）。顯然，四種分類所強調的側面是不同的，有的強調概念的來源，有的著重刻畫概念的本質，有的則從概念的結構方面去進行描述，因而，從概念學習的角度看，四種分類就有各自的教學涵義。將概念進行分類，其教學意義在於可以根據不同類別概念的特性，選擇不同的學習或教學策略（喻平、馬再鳴，2002）。

利用圖像增進概念的理解，圖像（images）是種空間事物具體表徵的關係，對於文本的理解而言，已經變得越來越普遍，從許多觀點來看，它是科學學習的基礎。（陳嘉皇，2007）。圖像較其相對的語文更具有可記憶性（Mayer, 2004）。圖像對科學概念而言，不僅是重要的，而且是在傳遞知識上一種有力的工具。現今學校科學的教科書、作業，顯示越來越長使用圖像和圖表作為資源（陳嘉皇，2007）。相較於文本文字的敘述，圖像在概念回憶上，協助學習者以空間結構的相對位置引出記憶事件，是本研究用以增加在實驗組教學處理的依據。

教學設計把教育傳播與科技引向一個更寬廣與具體的研究方向，因此概念的學習也日益受到重視，概念的形和獲得是人們把事件簡單化和標準化，因而促進了學習，並有助於問題的解決和經驗的傳遞（趙寧，1998）。本研究所指稱的「分類模式」是從概念的結構進行描述，將概念依屬性分類兩兩寫在一起，只要將兩個以上的概念寫在一起，就當作一類。將繁瑣的心肺循環概念結合在學習任務之內，使學習者在活動中獲得概念的建構與記憶，那麼要探究的是學習者在回憶時提取概念的類型為何。

參、研究方法與設計

在人體循環系統的教學上，應用融合相關概念於其中的圖本，使學習者透過圖本閱讀任務之後再回憶提取概念，收集受測學生之概念並加以分類，以瞭解學生心肺循環概念的類型。

研究對象為南部某技術學院四技二專非科學主修系科學生 77 人，班級編碼為 972A、974A、974B，接受不同任務實驗處理，對照組 1 接受基本任務（圖 1）及利用教科書進行傳統講述教學；實驗組 1 除上述基本任務外，教師利用該任務之圖本模型進行教學有效的示範（worked example），實驗組 2 除接受實驗組 1 的處理之外，必須親自參與示範活動。

表1 實驗處理與任務概況

	班級代號	人數	學習任務內容
對照組 1	9721A	23	基本 + 教科書講述
實驗組 1	9741A	26	基本 + 示範教學
實驗組 2	9741B	28	基本 + 示範教學 + 操作
合計		77	

一、心肺循環路徑

圖中箭號代表血液流動的方向，若以右心房為起點，血液流經心臟各腔室、瓣膜、血管、器官、組織等，再回到起點右心房，所以稱為「循環」系統 (circulatory system)。依序寫出此循環過程中完整路徑的相關名稱。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
右																				右
心																				心
房																				房

二、心肺循環結構彩圖

本圖分成左右，請將[腔靜脈、心臟右邊的腔室、肺動脈]及[肺靜脈、心臟左邊的腔室、主動脈]以不同顏色區別 (建議使用藍色與紅色)

一、心肺循環路徑

圖中箭號代表血液流動的方向，若以右心房為起點，血液流經心臟各腔室、瓣膜、血管、器官、組織等，再回到起點右心房，所以稱為「循環」系統 (circulatory system)。依序寫出此循環過程中完整路徑的相關名稱。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
右	三	右	半	肺	肺	左	左	左	半	主	大	小	動	動	全	靜	靜	大	腔	右
心	尖	心	月	動	動	心	心	心	月	動	動	動	動	身	脈	脈	靜	靜	靜	心
房	室	房	動	脈	脈	房	房	房	動	動	動	動	末	末	末	脈	脈	脈	房	房
	瓣	室	脈	脈	脈	室	室	室	脈	脈	脈	脈	梢	梢	梢	末	末	末	室	室
	膜	瓣	脈	脈	脈	瓣	瓣	瓣	脈	脈	脈	脈	管	管	管	梢	梢	梢	室	室

二、心肺循環結構彩圖

本圖分成左右，請將[腔靜脈、心臟右邊的腔室 (RA、RV)、肺動脈]及[肺靜脈、心臟左邊的腔室 (LA、LV)、主動脈]以不同顏色區別 (建議使用藍色與紅色)

圖 1 以圖為本之任務之實驗前 (左) 與實驗後 (右)

歷經實驗處理後施以概念回憶測驗，此測驗取自 Chandler 與 Sweller (1991) 的構念：

「經過圖本學習之後，請就自己的印象，任意回想並寫出心肺循環中，包括心臟腔室、瓣膜、血管等相關結構的名稱」

相關結構共 19 個，在計分上每結構 1 分，包括「¹ 右心房、² 三尖瓣、³ 右心室、⁴ 半月瓣、⁵ 肺動脈、⁶ 肺臟、⁷ 肺靜脈、⁸ 左心房、⁹ 二尖瓣、¹⁰ 左心室、（⁴ 半月瓣）、¹¹ 主動脈、¹² 大動脈、¹³ 小動脈、¹⁴ 動脈微血管、¹⁵ 全身末稍微血管、¹⁶ 靜脈微血管、¹⁷ 小靜脈、¹⁸ 大靜脈、¹⁹ 腔靜脈」等，半月瓣僅寫出一次即可。

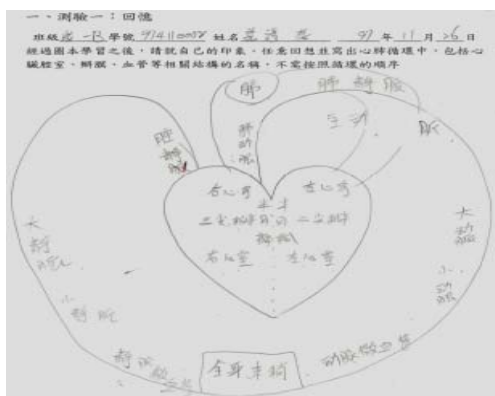
收集學生經回憶提出的概念與個數，採行紮根理論（ground theory）持續比較（constant comparative）的做法，以人工逐步判斷分類，將資料不斷新增、修訂編碼系統，直到所有的資料都可以納入既有的編碼系統為止（王金國，2005）。最後以「完整模式」、「分類模式」、「半知模式」及「其他」等類型將所得概念編碼分類，概念個數則採 1~6、7~12、13~18、19 等四個分級。編碼詳情說明如下：

完整模式是能夠畫出或寫出完全正確或大部分正確的概念順序，計算與分類其所提出的概念個數為 M1 至 M4，一個模型的成立至少要數個概念，如果部分正確、部分不規則，則列為半知模型。M1 為提出一個包含 6 個以下概念數的模型，M2 為提出一個 7~12 個概念數的模型，M3 為提出一個 13~18 個概念數的模型，M4 是提出正確且完整模型的編碼（圖 2A）。

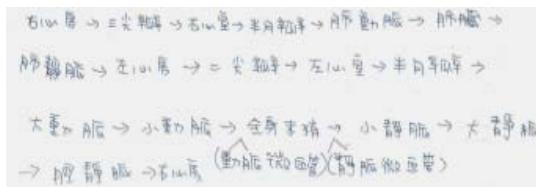
分類模式出現的次編碼，是將概念依屬性分類兩兩寫在一起時的類別，只要將兩個以上的概念寫在一起，就當作一類，如心房心室¹、動脈²、靜脈³、微血管⁴、瓣膜⁵、組織器官⁶等六類，計算概念分類數及所提出的正確概念總數。如 C33 表示能夠提出三類概念、概念數為第三分級 17 個（圖 2B）。

半知模式僅出現部分正確的模型，寫出三個才算一個小模型，如「心房-房室瓣-心室」、「肺動脈-肺-肺靜脈」或「靜脈微血管、小靜脈、大靜脈」、「動脈微血管、小動脈、大動脈」等。D4(19)表示提出四個模型、總概念數為第四分級 19 個（圖 2C）。最後屬於不規則的便統計概念總數，如 R2(8)（圖 2D）是無法找出規律性而概念數為第二分級 8 個。

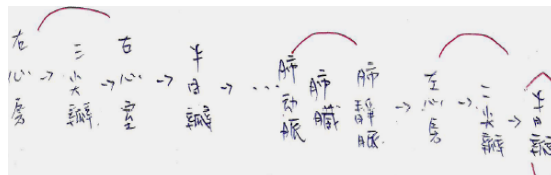
人體心肺循環概念類型之建立



M4(19)

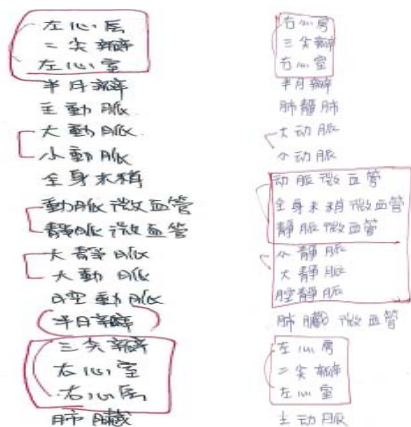


M4(19)



M2(9)

(A) 完整模式

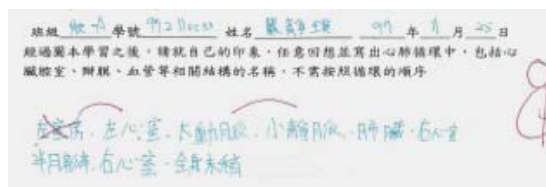


(B) 分類模式

(C) D4(19)

C33(17)

或半知模式 D23(17)



(D) R2(8)

圖 2 概念分類之圖示

肆、研究結果

多數學習者在教學前對心肺循環相關結構幾乎是陌生的，經實驗教學處理後，將學習者概念回憶的方式整理分類。各實驗組學生所提出的概念，依照表 2 之分類原則進行判定加以分類，如出現不易分類之概念時，參照表 3 分類編碼規則，收集到學生獲得概念的類型彙整如表 4。

表 2 心肺循環概念類型統計表

類型	分類原則	首碼	次碼	概念數	統計碼	(1)972A	(2)974A	(3)974B	合計		
完整模式 (M)	能夠畫出或寫出完整、正確的或大部分正確的概念順序，計與概念的個數為 M1 至 M4。 ※如部分正確、部分不規則，則列為半知模型	M1		01-06	11						
		M2		07-12	12	01,02	01		3		
		M3		13-18	13	31		03,43,51	16,34,42	7	
		M4		19	14	14,15,26	19		02,40	6	
分類模式 (C)	將兩概念依屬性分類，將兩概念寫在一個以上，就當作一類，如：房室、動脈、靜脈、瓣膜、微血管、組織器等六類。計算出正確概念總數。 ※見編碼說明	C1	1	01-06	211	21			1		
			2	07-12	212			35,55		2	
			3	13-18	213						
			4	19	214						
		C2	1	01-06	221						
			2	07-12	222	23, 35			14,30	4	
			3	13-18	223			31,33		2	
			4	19	224						
		C3	1	01-06	231						
			2	07-12	232	3,8, 25,29	15,57	18,22,24,56	10		
			3	13-18	233	19	7,49,53	6,20,32	7		
			4	19	234						
		C4	1	01-06	241						
			2	07-12	242	16	25			2	
			3	13-18	243	4, 7, 9, 12	17	28		6	
			4	19	244						
		C5	1	01-06	251						
			2	07-12	252		5			1	
			3	13-18	253		9,29,47,59	10,38,44,48	8		
			4	19	254	11,13		8,52	4		
		C6	1	01-06	261						
			2	07-12	262						
			3	13-18	263		37,39	54,58	4		
			4	19	264			36	1		
半知模式 (D)	僅出現部分正確的模型，寫出三個才計算一個小模型，如「心房-房室瓣-心室」、「肺動脈-肺靜脈」或「肺靜脈-肺靜脈」、「大靜脈-大靜脈」、「小動脈-大動脈」等，其餘則不規則，統計模型數及概念總數。 ※見編碼說明	D1	1	01-06	311						
			2	07-12	312						
			3	13-18	313						
			4	19	314						
		D2	1	01-06	321						
			2	07-12	322			27		1	
			3	13-18	323	22	23	50	3		
			4	19	324						
		D3	1	01-06	331						
			2	07-12	332						
			3	13-18	333			21,11		2	
			4	19	334						
		D5	1	01-06	351						
			2	07-12	352						
			3	13-18	353				12	1	
			4	19	354				26	1	
其他	無法找出規律性者	R2	2	07-12	42	33			1		

人體心肺循環概念類型之建立

(R)								
		人次合計			23	26	28	77

** SPSS 統計編碼

** 此欄為下之數字為學生代號後二碼

表 3 心肺循環概念分類編碼規則說明

原則	學生代號	狀況說明	判定結果
概念數相同時，以類型數量多者為編碼依據	942410030	概念總數分群為 2 (7-12 個)，具有一個小模型 (D12)，其餘以二個概念群提出 (C22)	C22
	974110009	概念總數分群為 3 (13-18 個)，具有一個小模型 (D13)，其餘以五個概念群提出 (C53)	C53
	974110020	概念總數分群為 3 (13-18 個)，具有二個小模式 (D23)，其餘以三個概念群提出 (C33)	C33
	974110032		
數量相同時以提出模型者為優先	974110011	具有部分正確模型 (D33)，其餘分類寫出 (C33)	D33
	974110026	具有部分正確模型 (D34)，其餘分類寫出 (C34)	D34

完整概念數為 19，概念回憶個數以 13-18 者居多 (51.95%)，概念類型則以提出三類分類模式 (C3, 21.80%)、完整模式 (M, 20.51%) 及五類分類模式 (C5, 16.67%) 居多。

表 4 心肺循環概念類型統計結果

次碼	(1)	(2)	(3)	(4)	合計	備註				
概念數	01-06	07-12	13-18	19						
概念類型	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)
M			3 (3.9)	7 (9.1)	6 (7.8)	16 (20.51)				
C1	1 (1.3)		2 (2.6)			3 (3.85)				
C2			4 (5.2)	2 (2.6)		6 (7.69)				
C3			10 (13.0)	7 (9.1)		17 (21.80)				
C4			1 (1.3)	6 (7.8)		7 (11.54)				
C5			1 (1.3)	8 (10.4)	4 (5.2)	13 (16.67)				
C6				4 (5.2)	1 (1.3)	5 (6.41)				
D2			1 (1.3)	3 (3.9)		4 (5.13)				
D3				2 (2.6)		2 (2.56)				
D5				1 (1.3)	2 (2.6)	3 (2.56)				
R			1 (1.3)			1 (1.28)				
合計	1 (1.30)	23 (29.87)	40 (51.95)	13 (16.88)	77 (100)					

不同的實驗處理可對概念獲得的差異做為輔助說明，實驗組 1 與實驗組 2 所提出的概念數較對照組為多，主要分佈在第三分級，是否有顯著差異及詳細影響情形則有待進一步的研究加以探究。

表 5 各組概念數分級結果

組別	班級代號	學習任務內容	概念數分級				合計
			(1)01-06	(2)07-12	(3)13-18	(4)19	
對照組 1	9721A	基本 + 教科書講述	1	10	7	5	23
實驗組 1	9741A	基本 + 示範教學	0	7	13	5	26
實驗組 2	9741B	基本 + 示範教學 + 動手操作	0	6	16	6	28
		合計	1	23	41	12	77

伍、結論與建議

本文旨在參考Chandler和Sweller（1991）的圖及測驗，應用自繪圖本取代Sweller的圖，以回憶測驗進行施測，收集受測學生之概念並加以分類，用以瞭解學生心肺循環概念的類型。將學習者能夠畫出或寫出完全正確或大部分正確的概念順序視為「完整模式」，如果概念個數完整無缺，即是良好學習的表現，亦可作為教學活動有效性的表現。若是僅出現部分正確的模型，必須寫出三個順序正確的概念才能算作一個小模型，那麼就是「半知模式」。研究結果發現無法找出規律性的學習者亦大有人在。

循環系統的複雜性與重要性，使多數學習者幾乎卻步，對其不感興趣或感覺學習會是痛苦的，如果能設計適當的教學活動，使學習者真實投入活動中去建構循環知識，那麼學習是會有一定的成效的。本測驗收集到學習者在歷經相關的教學活動之後，提出概念分類的類型與其個數，使教師了解學生較為熟知的概念為何？或哪些陌生的概念有待加強？並建議在未來的教學上，教師建構適當的圖本與活動，增加學生在活動中動手操作以熟識概念的機遇，進而將圖本印象烙印在長期記憶中促進概念的獲得。

本文旨在收集受試學生的概念，經不同教學策略對概念獲得的影響是值得後續研究大力投入心力加以分析，以期作為心肺循環概念獲得類型之參考，並可供教學活動的回饋與反思。

陸、參考文獻

王金國（2005）。共同學習法之教學設計及其在國小國語科之應用。*屏東師院學報*，22，103-130。

高慧蓮、吳淑珍、蘇明洲（2004）。國小三年級學童呼吸作用另有概念成因之探究。*屏東師院學報*，20，355-384。

涂志銘（2005）。生物概念研究的分析與啓示。*中等教育*，56（4），24-45。

許朝貴、耿正屏(1995)：國一學生理解人體血液循環路徑的困難分析。*科*

學教育（彰師大），6，1-26。

許照紅、黃台珠（2006，5月）。促進人體循環作用理解與圖形推理教學順序之初探。2006 數理教學及師資培育研討會：統整課程教學及師資培育。彰化：國立彰化師範大學。

許照紅、許德發（2007，12月）。四技學生深刻知覺生物項目、心得及果效之初探。中華民國第23屆科學教育學術研討會，高雄：國立高雄師範大學。

許照紅、許德發、許瑞珍（2009，12月）。從圖本建構心肺循環概念認知診斷工具之初探。中華民國第25屆科學教育學術研討會。台北市：國立臺灣師範大學。

許照紅（2010）。圖本學習任務在我的生物課。師說，214，57-62

陳嘉皇（2007）。支持科學教育的視覺圖像文本設計。屏東教大科學教育，25，56-65。

黃台珠（1984）。概念的研究及其意義。科學教育月刊，66，44-55。

黃柏蒼（2003）。國一學生學習人體循環系統單元基模建構之探討。未發表的碩士論文，高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所。

喻平、馬再鳴（2002）。論數學概念學習。數學傳播，26（2），89-96。

熊召弟（1996）。學童的生物觀-植物篇。84學年度師範學院教育學術論文發表會論文集，61-68。

鄭湧涇（2001）。國一學生生物概念學習之研究（三）。（國科會專案報告，計劃編號：NSC89-2511-S-003-097）

劉寶元（2003）。國一學生學習人體血液循環概念之心智模式精鍊的探討。未發表的碩士論文，高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所。

劉寶元、劉嘉茹（2006，12月）。圖形與文字表徵轉換在概念理解之關係初探-以血液循環單元為例。中華民國第22屆科學教育學術研討會，台北：國立台灣師範大學。

趙寧（1998）。概念學習的階層定義與診斷。《圖書館學與資訊科學半年刊》，24（2），86-102。

顏嘉億、盧怡秀（2000）。使用電腦模擬軟體來進行星座教學之簡介。《資訊與教育》，77，65-72。

Bruner, J. S., Goodnow, J. J., & Austin, G. A. (Eds.) (1956). *A study of thinking*. New York: Wiley.

Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and instruction*, 8(4), 293-332.

Chi, M.T.H., Chiu, M. H., & de Leeuw, N. (1991). *Learning in a Non-Physics Science Domain: The Human Circulatory System*. Milestone report for The National Center of Students Learning supported by the Office of Educational Research and Improvement (OERI), U.S.A.

Mayer, R. E. (2004). Designing multimedia technology that supports human learning. In M. Rabinowitz, F. C. Blumberg, & F. T. Everson(Eds.), *The design of instruction and evaluation: Affordances of using media and technology*(pp. 33-49). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Collins, A. & Brown, J. S. (1982). The Computer as a tool for learning through reflection. In H. Mandl & Lesgold (Eds). *Learning issues for Intelligent Tutoring Systems*, 10-18.

Cutrim, E. S. (2008b). *Using a voting system in conjunction with interactive whiteboard technology to enhance learning in the English language classroom*.

HKEDB (2008). *Consultation Document on the Third Strategy on Information Technology in Education -- Right Technology at the Right Time for the Right Task*.