

互動式數位學習網站在國小數學因數、倍數教學之應用

洪志宏

雲林科技大學

資訊管理研究所研究生

g9423226@yuntech.edu.tw

唐順明

雲林科技大學

資訊管理研究所教授

tangsm@mis4k.mis.yuntech.edu.tw

摘要

本文目的是以國小因數、倍數為例，發展互動式數位學習網站，提供國小師生實際教學之應用。透過循序的教學流程與動畫演繹，將抽象的數學概念具體地傳遞給學生理解。藉由操作計算互動式網頁，提供學習過程中的心智工具，協助學習者主動建構出新知識。為了使學習更有效率，教學上使用不同的教學媒介和教學方式，依據編序教學，重新整合規劃教材內容，發展線性教學流程；經由動畫演繹及可操作的互動式網頁，達到教師、學習者及教材三者間的互動，藉此提升學習成效。本研究主要的貢獻有三點：

1. 以學習理論為基礎，發展出國小數學「因數、倍數」互動式數位學習模式。
2. 整合國小因數倍數學習重點，設計循序的教學流程及可操作計算的互動式數位教材。
3. 藉由動畫演繹，連結新課程與學生舊經驗，使學生能在各種情境中掌握學習內容的意義。

關鍵詞：互動式網頁、電腦動畫、因數倍數。

Abstract

The goal of the study is the design of an interactive website to assist in the teaching of common factors and multiples in an elementary school math course. An interactive learning environment in the elementary school classroom takes advantage of computer animation to attract and stimulate the interest of the student, thereby improving the learning and retention of mathematical principles. The interactive website can be used directly in actual teaching through application network and computer technology. During the study, we used different teaching media and methods to achieve more effective interactive teaching. This study, therefore, has three main characteristics: (1) the development of an interactive, e-learning model for a common factors and multiples course in the elementary school classroom, based on learning theory; (2) the integration of teaching content with the programmed instruction by running an interactive flash website providing immediate feedback on student calculations, honing the learner's mind-tool during cognitive learning; and (3) the use of flash animation to

illustrate mathematical terms and concepts, facilitating the learner's encounter with new course material. The key notion is that the student is given greater control in acquiring mathematical concepts.

Keywords: interactive website, computer animations, common factors and multiples

1. 前言

隨著資訊科技在各領域的應用日漸普及，運用資訊科技來提升學習成效，已成為教育重要的課題。學習成效的提升，關鍵在於學習過程中教師、學習者以及教材三者間的互動(Garrison,1993)。要達到教學的高互動，必須整合教學策略、教學媒介、教學素材以及教學環境，即Graham等學者提倡的混成學習(Blended learning)模式(Graham, Allen, Ure, 2003)。

數位學習的教學模式或是教學策略相關研究的報告，提供我們相當多的應用方法與策略；但是，整合學習素材及合適的教學模式，提供教師應用於實際教學中，相較之下顯得十分缺乏。因數與倍數在學童之生活經驗當中，是一個陌生的概念，若學生對其無法理解，將會阻礙其日後在數學領域之發展。據此，我們以學習理論為基礎，整合學習素材及流程，提出一個應用於國小「因數、倍數」教學之互動式數位學習網站；將教材整合編序後，規劃出循序的教學流程，以利教師掌握教學的重點；透過互動式網頁，使教師、學習者以及教材三者間的互動更頻繁，藉此協助學習者主動建構出新知識，並評估學習成果，達提升學習成效的目標。

2. 文獻探討

良好的互動能夠讓學習者主動學習、朝向目標前進並確保學習成效(Baker, 1989; Repman& Logan, 1996)，學習者透過網頁「互動-回饋」的功能，在學習過程中實際操作計算，提供學習過程中心智工具(mind tools)的作用，並以資訊科技作為建構知識的工具，幫助學習者檢視其概念理解、重組、轉換的過程，對學習效率、思考能力的培養具有相當的意義(Vygotsky, 1978)。本節以認知學習理論為基礎，探討整合「因數、倍數」教材內容後，發展出

互動式數位學習網站的教學模式及教學流程。

2.1 教材整合與學習流程

在組織數位學習內容時，必須使教師及學生能清楚學習的重點，影響教學科技最大的行為主義論者史金納（Skinner, 1904-1990）的操作制約理論（Operant Conditioning Theory），運用於數位學習即是編序教學（programmed instruction）。編序教學是依據學生起點及終點行為，將教材內容循序漸進，由淺入深，由簡而繁的順序編排（張春興，1994）。

教學互動可藉由高互動性的線上課程來達成，許多教材編輯工具(Authoring Tools)，已使得此種學習環境可以提供學習者互動性的教材。在內容的呈現有下列兩種：1. 透過網路適性化的學習系統，將合適的教材呈現給學習者，以增進學習成效；2. 教師利用網路結合學科教學及學習成果分享（黃武元，2003）。常用的教學模式是將教材內容經過設計後，透過電腦呈現給學習者學習，設計內容必須涵蓋四個階段：1. 教師呈現教材內容；2. 教師引導與學生學習；3. 學習者思索與練習；4. 學習成效的評估(Alessi & Trollip, 1985)。依上述理論要義，理想的教材內容與教學流程的設計必須：

1. 整合教材內容，組織出循序的教學流程
2. 透過適當的說明，引導學習者思索與練習。
3. 提供學習成效的評估與檢驗。

2.2 學習情境

數位學習課程為多媒體之整合運用，開發者必須了解學習的認知歷程，才能設計出符合學習情境的數位學習課程。布魯納(J. S. Bruner)的認知學習理論也稱為發現學習論(discovery learning theory)。說明人類獲得知識的過程是經由知覺將外在事物轉換為內在心理事件的過程，此過程稱為知識表徵(knowledge representation)。教師在從事知識教學時，需配合學生的認知能力，教他們如何思維，如何組織屬於自己的知識經驗，扮演引導者角色。在架構學習環境的同時，教師要能針對學童之心智發展以及舊經驗，透過環境的媒介解釋，以兒童的語意呈現，提供學習者鷹架性的支持（scaffolding），引導其認知發展。

奧蘇貝爾(David. P. Ausubel, 1918~)的有意義學習論(meaningful learning)認為必須在學生已有充分的先備知識基礎上教他們學習新知識時，才會產生有意義的學習。在教學上使用學生熟悉的語言和觀念呈現，此種結合新舊概念而利於學習的教學步驟，即稱為前導組織(Advanced Organize)。根據Clark與Maye對數位學習內容的架構原則，課程必須能包含符合情境脈絡的例子與練習，才能成功的檢索遷移知識(Clark、Mayer, 2003)。現今國小因數、倍數學習課程中，是藉由情境引入因數的意義，像是分月餅、糖果；而不直接由數出發，使學

生能在各種情境中掌握因數的意義。因此，理想的教學情境為：

1. 安排前導組織，做新課程與舊經驗的連結，提供學習者鷹架性的支持。
2. 運用數位多媒體可情境模擬的特性，設計出結合學習者熟悉的情境脈絡的例子，達成功的檢索遷移知識。

2.3 知識建構

隨著資訊科技的快速發展，資訊科技已經可以作為建構知識的工具（Knowledge Construction tool）。心智工具(mind tools)是以電腦化的學習環境發展的工具，當作學習者的智能伙伴(intellectual partner)，學習者利用它培養批判思考能力以及更高層的組織學習(Jonassen & Reeves, 1996)。心智工具是一種概念，是一個能幫助學生運用電腦與軟體來培養學習者高層次的批判思考、創造思考與問題解決能力，並可促進學後保留與學習遷移的知識建構與認知學習工具(沈中偉，2004)。建構主義學者維高斯基(Vygotsky)強調個人與外在環境的互動過程對知識建構過程的重要，良好的互動能夠讓學習者主動學習、朝向目標前進並確保學習成效(Baker, 1989; Repman & Logan, 1996)。因此，藉由心智工具的概念，在學習過程中，提供學習者實際操作計算的具體經驗，透過網頁「互動-回饋」的功能，為數學算則之程序性與概念性的知識做連結，進而認知建構出學習者本身的知識。

2.4 網站的發展

Clark和Mayer(2003)在『e-Learning and Science of Instruction』一書中明白指出數位學習目的是為教學設計者與教師建構一個學習傳遞系統，使得數位學習的優點能夠完全運用在學習者與教師的需求上，對數位學習內容架構，提出以下五點原則：1. 在課程中選擇重要訊息呈現。2. 管理有限制的記憶容量。3. 整合聽覺與視覺的感官訊息。4. 網路課程必須能包含符合情境脈絡的例子與練習，才能成功的檢索遷移知識。5. 教導學習者利用「後設認知技能」來管理整個學習過程(Clark、Mayer, 2003)。

任何一個學習課程發展都必須經過一個有系統嚴謹的步驟流程來產生，每個步驟都有不同的工作內容，因此就必須建立一套標準作業流程，徐新逸(1995)參考了ASSURE model、Dick & Carey's、Kemp's、Life Cycle Modle's、Yang's等多種教學設計模式提出了ADDIE課程軟體開發模式，其代表的意義及步驟如下：1. 分析(Analysis)考量學習者要學什麼。2. 設計(Design)考量學習者要怎麼學。3. 發展(Development)考量如何編制教學材料。4. 建置應用(Implementation)考量如何實施教學及其環境設定或建立教學情境。5. 評鑑(Evaluation)考核學習的結果和教材的品質。

歸納上述之文獻探討，本文之互動式數位學習網站設計原則如下：

1. 整合教材內容，組織出循序的教學流程，透過適當的引導及說明，呈現出學習的重點。
2. 課程包含符合情境脈絡的例子，提供學習前導組織及鷹架性的支持，才能成功的檢索遷移知識。
3. 透過網頁「互動-回饋」的功能，學習者實際操作計算，進而主動認知建構出本身的知識。
4. 依循 ADDIE 數位課程開發模式，進行網站建置。

3. 互動式數位學習網站

數位學習的內容應配合實際教學內容來設計，方能做為教師教學或學生學習輔助的有力工具。我們以 Macromedia Flash MX 軟體為互動式網站的網頁製作工具，整合國小「因數、倍數」的教材內容，利用不同的教學媒介與互動式教學模式，參考 ADDIE 數位課程開發模式，進行互動式數位學習網站的建置與實際教學的應用。

3.1 教材整合

國小「因數、倍數」的教材內容，凌亂地分散在五年級到六年級的數學課程中，但是缺乏能整合相關教材內容的教科書版本；加上學校選擇教科書版本時，很少會做一致性的規劃，使教師無法的掌握學習者先前的學習經驗，學習過程無法連貫，導致學習成效不彰。據此，我們整合教材內容後，應用編序教學將「因數、倍數」的教材內容由易到難，由簡到繁，分為三大部分：1.認識因數、倍數。2.質因數分解及互質。3.最小公倍數及餘數問題。詳細的課程內容架構，如表 1 所示。

表 1 因數、倍數課程內容整合

單元名稱	課程內容
認識因數倍數	1.由整除去定義因數及倍數。 2.乘法或除法找因數。 3.從 2 個整數中找出公因數。 4.用短除法找出最大公因數。 5.應用最大公因數於生活情境中。
質因數分解及互質	1.認識質數、合數的意義。 2.做質因數分解樹狀圖。 3.用短除法做質因數分解。 4.找出 100 以內所有的質數。 5.判斷 2 個整數是否互質。
最小公倍數及餘數問題	1.判斷 2,3,5,7,11 的倍數。 2.理解公倍數的意義。 3.用短除法找 2 個數的最小公倍數。 4.用短除法找 3 個數的最小公倍數。 5.由最小公倍數思考解決餘數問題。

3.2 網站架構

網站架構以認知學習理論和 Clark & Mayer 以及 Alessi & Trollip 之數位課程設計原則為基礎，將互動式網站分成五個教學區，首頁將學習重點以關鍵字呈現並做連結，右邊導覽列可連結至其他教學區，利用相同的網頁模組，每個網頁都有右邊導覽列，方便使用者連結。如圖 1 所示。



圖 1 因數、倍數互動式網站首頁

互動式網站的五個教學區分別說明如下：

1. 教學說明區：組織出循序的教學流程，透過適當的引導及說明，將單元學習重點及步驟詳述於網頁，並提供評量及練習，如圖 2 所示。



圖 2 「教學說明區」呈現完整教學步驟

2. 教學情境區：以 flash 動畫演繹符合學習情境脈絡的例子(Clark、Mayer, 2003)，安排前導組織，做新課程與舊經驗的連結，幫助學生理解抽象的數學概念，達成功的檢索遷移知識。
3. 操作計算區：互動式網頁提供學習過程中可操弄的心智工具(mind tools)，為數學學習中算則等程序性與概念性的知識做連結，進而主動認知建構出學習者本身的知識。
4. 互動遊戲區：讓學生在遊戲中學習，提升學習興趣，強化學習成效。
5. 自我評量區：提供課後練習和隨堂評量，診斷學習成效(Alessi & Trollip, 1985)。

3.3 學習流程

根據 Alessi & Trollip 的教學模式，互動式數位學習網站整合教材內容後，發展出的教學流程，如圖 3 所示；以「認識因數、倍數」做說明。

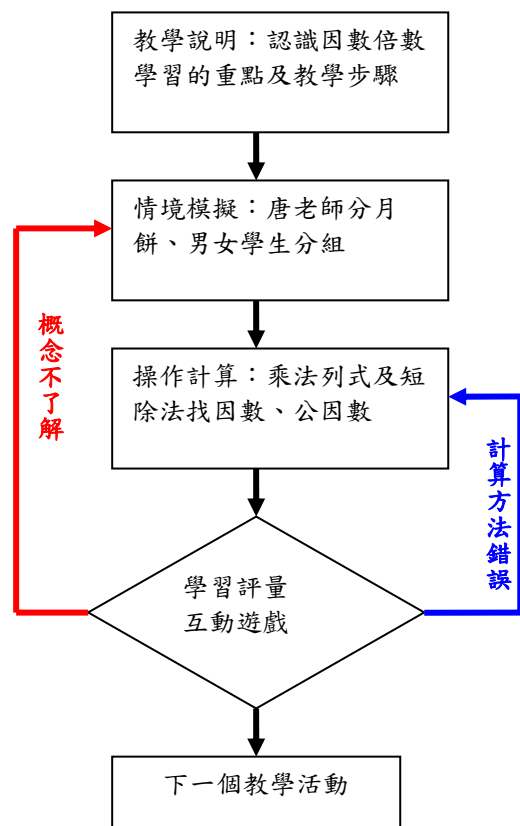


圖 3 「認識因數、倍數」的學習流程

因數與倍數的概念剛好與乘數和被乘數相對應，學習者了解整除的概念後，就可銜接因數與倍數的課程；如： $12=2 \times 6$ ，2 和 6 是 12 的因數，12 是 2 的倍數，也是 6 的倍數。

3.4 因數、倍數互動式數位教材

我們以 flash 做為軟體工具，進行互動式數位學習網站的開發，以下就因數與倍數教材內容與教學流程，及應用的教學模式做說明。

3.4.1 認識因數、倍數

在國小因數、倍數學習課程中，是藉由情境引入因數的意義，像是分月餅、糖果，或是給一定數量的正方形紙卡，可以排成幾種長方形，以建力立因數的初步概念，使學生能在各種情境中掌握因數的意義。我們利用 flash 動畫演繹分月餅的過程，提供學習前導組織及鷹架性的支持，將抽象的因數概念具體地傳遞給學生理解，使學生能理解因數的意義，如圖 4 所示。

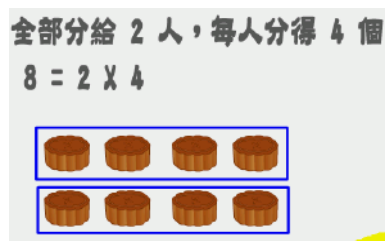


圖 4 flash 動畫演繹分月餅過程

接著學生至操作計算區，利用乘法列式，例如 $12 = 1 \times 12 = 2 \times 6$ ，找出所有因數。

公因數教學也是從生活情境出發，如男女生分組情形，12 個男生分組情形有 1、2、3、4、6、12，六種排列情形，16 個男生分組情形有 1、2、4、8、16，五種排列情形，相同的因數有 1、2、4 稱為 12 和 16 的公因數，4 稱為他們的最大公因數。學生至「操作區」用乘法列式，找出各自的因數後，再找出相同的因數；如圖 5 所示。

輸入數字1：	輸入數字2：	
80 = 1 X 80	120 = 1 X 120	
= 2 X 40	= 2 X 60	
= 4 X 20	= 3 X 40	
= 5 X 16	= 4 X 30	
= 8 X 10	= 5 X 24	
= X Infir	= 6 X 20	
= X Infir	= 8 X 15	
= X Infir	= 10 X 12	
80 因數有：	公因數有：	120 因數有：
1,2,4,5,8,10,16,20,40,80	1,2,4,5,20	1,2,4,5,6,8,10,12,15,20,

圖 5 「操作區」乘法列式找公因數

情境區動畫演繹男女生分組過程，如圖 6 所示。



圖 6 情境區 flash 動畫演繹學生分組過程

利用先前開發模組，設計可上線實際操作短除法的 flash 互動式網頁，互動式網頁提供學習過程中可操弄的心智工具，為數學學習中算則等程序性與概念性的知識做連結，進而主動認知建構出學習者本身的知識。如圖 7 所示。

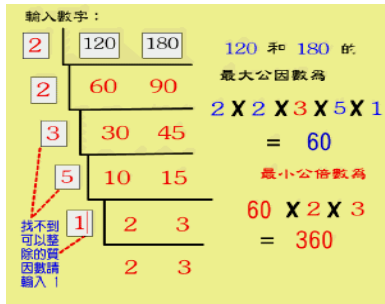


圖 7 找最大公因數互動式網頁

3.4.2 質因數及互質

上述的數學名詞對國小學生來說，都是抽象難懂的數學名詞，在質因數分解及互質的教學上，教師會從學生找因數的舊經驗切入，讓學生發現正整數的因數有二種情況：剛好有 2 個因數(2,3,5...)、有超過 2 個以上的因數(4,6,8...)；情境區提供動畫演繹，安排前導組織，做新課程與舊經驗的連結，藉此將質數、合數的觀念介紹給學生。利用先前開發的 flash 模組，設計成可自動產生質因數樹狀圖的互動式網頁，教師或學生可以實際操作，將某數做質因數樹狀圖分解，藉此讓學生找出某數的所有質因數，判斷該數為質數或合數，如圖 8 所示。



圖 8 質因數樹狀圖互動式網頁

「互質」一詞對學生來說是一個全新的概念，定義「兩數的最大公因數是 1，則此二數互質，例如 8 和 15」。藉由判斷最大公因數是否為 1，來決定兩個數是否互質，網站中提供學生實際操作短除法及輾轉相除法的互動式網頁，如圖 9 所示。

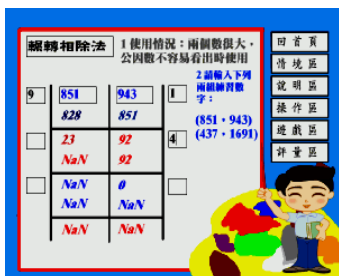


圖 9 操作區輾轉相除法檢驗最大公因數

3.4.3 公倍數和最小公倍數

進行公倍數、最小公倍數教學時，從學生找倍數的舊經驗切入，了解倍數與公倍數的關係，「遊戲區」提供學生回顧舊經驗的練習，最大公因數與最小公倍數是學生在生活應用上最容易混淆的地方，「操作區」讓學生操作「拼成最小正方形」釐清概念，獲得具體的學習經驗。如圖 10 所示。

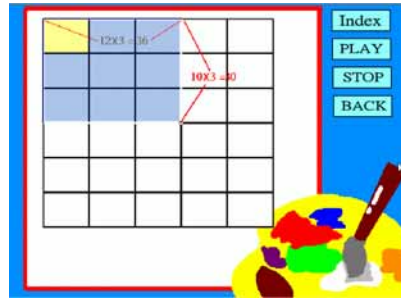


圖 10 最小公倍數—拼成最小正方形

接著，教師會應用短除法找 2 個數或 3 個數的最小公倍數；在計算 3 個數的最小公倍數時，只要可以整除其中兩個，就可繼續操作下去，這是學生在計算過程中，容易犯錯的部分；教師可以藉使用短除法互動式 flash 網頁，為數學學習中程序性與概念性的知識做連結，更快讓學生理解算法及步驟，如圖 11 所示。

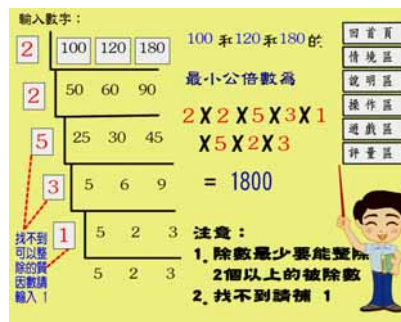


圖 11 短除法計算 3 個數的最小公倍數

3.5 學習評量

評量的目的在於了解和增進學生的學習，激勵學生不斷思考以建構知識。我們以 flash 設計出互動多媒體試題，試題內容以教科書和習作的例題為題庫設計參考依據，可用於隨堂測驗，立即檢驗學習成效，作為調整教學進度的依據，學生可於課後自行上網練習，做答完成後，電腦會告知答案及分數，教師和學生可參考學習進度，進入評量區來了解學習成效。如圖 12 所示。

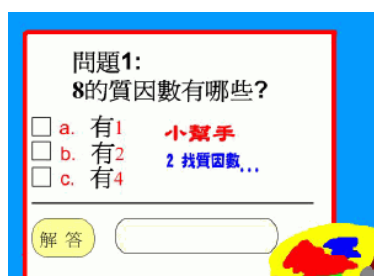


圖 12 自我評量

試題以題組的方式，逐步引導學生得到正確的解題方法，如先找 6 與 12 各自的因數，最後才問最大公因數為何。網站在解題過程中，提供可實際操作驗證的互動式網頁，協助學生獲得成功的學習經驗。如圖 13 所示。



圖 13 隨堂測驗

4. 結論

學習最終的目的及令人關心的議題，莫過於學習成效，唯有了解教材內容與學習者的認知過程，才能建立有效的學習傳遞系統，達高互動教學的目標。為使數位學習的優點能夠完全運用在學習者與教師的需求上，本文發展建置之互動式數位學習網站特色有以下三點：

1. 在教材內容上：將課本教材進行重新整合編寫，使教師及學習者能掌握學習重點；適度加入動畫展示效果，使教材內容活潑、生動、趣味化，並提升學生的學習興趣。
2. 在課程設計上：透過學習流程的控制，教師可以妥善地運用資訊科技於數學科之教學，藉由豐富且多樣化的教學環境建置，促進學生對數學概念之理解與學習興趣的提升，進而提高學生在數學方面整體能力與競爭力。
3. 在教材媒介上：提供學習前導組織，銜接新課程與學生的舊經驗，使學生理解抽象的數學概念。透過互動網頁的操作計算，導入視覺化的心智工具，提供學習者較多的學習體驗，進而協助學習者主動建構出新知識。

大多數學習者對使用資訊科技來輔助學習，包

含系統操作、人機溝通、教材內容、學習態度，都持正向反應；另一方面，由於電腦多媒體的聲光效果，不可避免的會分散學習者的注意力。因此，教師應用資訊科技於教學時，如何聚焦學習者專注力和學習興趣於課程內容，是值得深思的議題。

參考文獻

- [1] 李世忠。2004。數位學習教材內容認證計畫期末報告書。教育部電算中心。
- [2] 沈中偉。2004。科技與學習理論與實務。心理出版社。台北。
- [3] 徐新逸。1995。CAI 多媒體教學軟體之開發模式。教育資料與圖書館學，33(1)，pp.68-78。
- [4] 徐新逸、廖珮如。2003。數位學習知識類型與訊息設計之探討。教育研究。
- [5] 黃武元。2003。適性化學習系統。
- [6] 張春興。1994。教育心理學-三化取向的理論與實踐。台北。
- [7] Alessi S. M. & Trollip S. R., "Computer-Based Instruction," New Jersey, 1985.
- [8] Baker, B., Frisbie, A. G. & Patrick, K.R.(). "Broadening the new definition of distance education in Light of the Telecommunication Technologies." The American Journal of Distance Education, 3(1),pp.20-29, 1989.
- [9] Clark, R.,& Mayer ,R.. "E-Learning and the science of instruction. ",2003.
- [10] Jonassen, D. H. & Reeves, T. C. "Learning with technology: Using computer as cognitive tools. " In D.H. Jonassen, Ed., "Handbook of research on educational communication and technology" pp. 693-719. NY: Scholastic Press,1996.
- [11] Graham, C. R., Allen, S., & Ure, D. "Blended learning environments: A review of the research literature. " Unpublished manuscript, Provo, UT. , 2003.
- [12] Perraton, H. "The role of theory and generation in the practice of distance education."ERIC Document No. ED290015,1987.
- [13] Prentice-hall, Inc. Garrison, D. R. "A Cognitive Constructivist View of Distance Education: An Analysis of Teaching-Learning Assumptions." Distance Education, 14(2), pp.199-211,1993.
- [14] Vygotsky , L. S. "Interaction Between Learning and Development." In M. Cole, V.John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Eds.), Mind in Society: The Development of Higher Psychological Process. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp.79-91, 1978.