

電腦化動態評量應用在自然與生活科技領域教學之發展

The application of computer-based dynamic assessment on nature science education

陳志鴻

臺北市立師範學院科學教育研究所

fehoun@nkps.tp.edu.tw

賴阿福

臺北市立師範學院數學資訊教育研究所

lai@tmtc.edu.tw

顏晴榮

國立臺北師範學院數學資訊教育學系

yenk@tea.ntptc.edu.tw

【摘要】一般評量僅能測得目前的學習成就，而動態評量則可以測得學習潛能。本研究結合電腦輔助測驗與漸進提示動態評量開發電腦化動態評量系統，實際應用在自然與生活科技領域－槓桿教材教學上。希望藉此來得知學童發展中的潛能，並減輕教學人力及時間上的負擔。

【關鍵詞】動態評量；電腦化動態評量；槓桿

Abstract: The paper and pencil test can only estimate the test-takers' learning performance, but the dynamic assessment can measure the learning potential of the examinee and improve their learning. This study developed a web-based dynamic testing system based on the computer based testing technique and the graduated prompting assessment, designed the intervention e-content of the lever concept in the science and technology domain, the system and the content were evaluated and got a good appraisal. In the future this study will conduct the instruction experiment.

Keywords: dynamic assessment, web-based dynamic testing system, lever concept

1. 緒論

1.1. 研究背景

由於對於一般評量僅能測得學生目前成就的不滿足，學者紛紛尋求其他方式來評量學生能力。在俄國心理學家 Vygotsky 提出近側發展區 (Zone of proximal development) 的理論之後，許多學者便提出相關的理論。1979 年 Feuerstein 首先提出動態評量 (Dynamic assessment) 一詞之後，慢慢的更多學者投入此領域並發展出不同型式的動態評量。目前動態評量的模式大約可分為 Budoff & Corman (1974) 的學習潛能評量 (Learning potential assessment)、Feuerstein (1979) 的學習潛能評量設計 (Learning potential assessment device)、Carlson & Wild (1978) 的測驗極限評量 (Testing-the-limits)、Campione & Brown (1987) 的漸進提示評量 (Graduated prompting assessment)、Embretson (1987) 的心理計量動態評量模式 (Psychometric approach) 和 Burns, Vye & Bransford (1987) 的連續評量模式等六種。本研究採用漸進提示動態評量，此評量採用的設計方式為「前測－學習－遷移－後測」，其評量計分標準為個體完成作業所需的提示量，提

示越少，分數越高；相反地，提示越多，分數越低。漸進提示動態評量重點在學習與遷移歷程的評量，其教學介入採用標準化的漸進教學支持，較易於量化，為本研究採用的原因之一。

應用標準化的漸進提示動態評量在班級課堂教學上，可能增加時間及教學人力上的負擔，此時將動態評量電腦化不失為一種解決的方法。在九年一貫課程中亦將資訊教育列為六大議題之一。依據九年一貫新課程之精神，各學習領域應使用資訊科技為輔助學習之工具，以擴展各領域的學習，並提升學生解決問題的能力（教育部,2003）。

本研究結合電腦輔助測驗（Computer assisted testing, CAT）與漸進提示動態評量，開發電腦化動態評量系統，並在動態評量中介教材上採用 Macromedia 公司之 Flash MX 軟體製作動畫，期能應用動畫的優點，增進學生的學習興趣，期許透過此系統能提昇學生學習的成效。

1.2. 研究目的

本研究旨在結合電腦輔助測驗與漸進提示動態評量，發展電腦化動態評量系統，並實際應用在自然與生活科技領域一槓桿(lever)教材教學上，期許能釐清兒童槓桿之迷失概念，提昇學生學習的成效。

2. 文獻探討

2.1. 動態評量

動態評量（Dynamic assessment），係因對傳統評量之靜態本質的不滿足所提出的改良模式。所謂「動態」有兩層涵義：(一)是跨多個時間點觀察受試者的進步與改變情形，及連續應用「測驗－教學－測驗」的程序。(二)是受試者答題時與施測者間大量的互動。（莊麗娟、邱上真和江新合,1997）。漸進提示動態評量評量的目的有二：(一)是辨認有學業失敗的個體。(二)是藉著發展一個代表個體學習能力的有效量數來改進評量分類的適切性（許家驊,2001）。

Campione & Brown 認為個體只要在他人的協助下都可以發展得比個體目前表現為佳，也就是承認個體有學習的潛力。Campione & Brown 將學習視為社會化中介歷程，認知能力的發展係經過他人支持的人際互動學習，逐漸內化形成的。教學提示量是 Campione 與 Brown 在漸進評量模式中用以作為評量兒童學習能力指標。教師教學前將目標作詳細的分析，並按照具體明確的程度構成提示順序。在這些提示過程也包含了後設認知（Metacognition）的思考，如計畫、監控、修正等部份。這些教學或提示的提供，乃是以鷹架（Scaffolding）支持的方式進行，亦即評量者根據兒童的需要給予適當的協助與支持，並依學習的實際狀況加以調整。教學支持的提供是以導向內化為目標，使兒童能培養獨立自主的能力（古明峰,1997）。漸進提示動態評量有評分客觀、易於實施與推廣、精確評估遷移能力、強調與學科領域結合等優點（李坤崇,1999）。

從以上學者看法得知，動態評量擁有許多的優勢。各種動態評量雖然都可以測得發展中的潛能，但漸進提示動態評量有評分客觀，易於實施與推廣等優點，為本研究選擇之主因。

2.2. 線上評量

以自然科教學特質，具有動態、具體化特性，須透過各種資源支援，方能達到最佳

效果，而網路上資源即能提供動態、即時資訊且結合各種研究團體研究成果之資源，是最佳教學輔導材料（賴阿福,1997）。「多媒體線上測驗系統」不但可以讓教師在做教學評量時，提供生動活潑的測驗方式，來讓學生主動的學習，還可以讓學生在不受時間與空間的限制下，進行測驗評量，了解自己的能力水準，並且可以實施個別化的測驗，讓學生了解自己的學習成效及歷程。學生在學習時也能夠得到即時的回饋，以協助知識的獲得，並使學生與教師間更了解學生對課程的熟悉與反應程度，做為學生自我勉勵期許、與人競爭，以及作為教師個別補救教學的重要依據（李春雄,2003）。近年來測驗專家們積極發展電腦化測驗（Computer-based Testing；CBT），此種測驗可分為傳統的電腦化測驗及電腦化適應測驗（Computerized Adaptive testing；CAT）；前者係指將傳統的紙筆式測驗或考試用電腦來施測，也可以稱為紙張式測驗的電腦版；後者則依學生的能力水準，依序作答的一套測驗（何榮桂,1997）。

從網路教學各學者的看法分析，可看出線上評量與紙筆評量不同之處，如表一所示。本研究發展之線上電腦化動態評量系統，可經由網際網路測驗後，提供即時回饋予使用者，如測驗結果、提示畫面、答題歷程和答題花費時間等，可作為學習紀錄之用，以了解其概念動態發展之歷程。

表一 線上評量與紙筆評量比較表

評量方式	線上評量	紙筆評量
試題活潑性	可提供多媒體的情境，提供動畫等聲光效果，較為活潑及多樣化。	只能提供靜態呆板的環境。
抄襲可能性	可利用亂數改變出題順序，減少互相抄襲的可能。	題目及題號固定，容易抄襲，電子舞弊偶有所聞。
學生能力分析	可紀錄學生答題歷程，蒐集其迷思概念資訊。	只能從總分了解學生成就。
時空限制	能連上網際網路即可測驗。	有時間和場地的限制。
回饋性	學生考完試後，可以馬上知道成績，得到回饋。	必須等到教師批改完後，才能知道成績。
教師批閱	電腦可自動批閱。	教師須自行批閱。
試題難易度	可依學生不同能力作適性測驗。	不易做學生適性測驗。

2.3. 電腦化動態評量

莊麗娟等（2001）以多媒體動態評量模式探討自然科學「浮力概念」之效益分析，發現：（一）多媒體動態評量能有效區辨不同程度的受試者在「學習能力」及「遷移能力」上的差異。（二）多媒體動態評量比傳統靜態評量更具有區辨力。（三）實驗組接受各階段多媒體動態評量後，其解題能力優於控制組。（四）實驗組接受各階段多媒體動態評量後，其學習情意優於控制組。（五）「多媒體動態評量模式之提示量」可增加「五年級自然科成就測驗成績」對前、後測成績近期學業成就的預測力。（六）「多媒體動態評量模式之提示量」可增加「五年級自然科成就測驗成績」對近期學業成就的預測力（莊麗娟等,2001,p43）動態評量的中介教學，需要大量的提示，為了推廣及全班都可以使用並且不影響教學進度，電腦化不失為一解決問題的方式。

2.4. 槓桿迷思概念

Siegler (1978) 運用六種槓桿題型分析學生的槓桿平衡判斷問題，發現：「9 至 11 歲學童在衝突距離題通過率只有 32%；在衝突平衡題通過率更只有 17%。」槓桿平衡條件的概念除了課本提到外，宜讓課程再增分辨力，與力 \times 力臂的活動，才不致使學生混淆不清；簡單機械原理，省時必費力，費時必省力之概念，在高年級自然科中宜再增加活動（陳義勳,1996）。

本研究曾以六年級 29 位學生為對象，進行 20 題簡單機械支點、省（費）時和省（費）力問題測驗，通過率僅有 53.2%。綜合以上現象，可見高年級學童對於槓桿問題存有許多的迷思概念，需由教師的協助以釐清其概念。

3. 電腦化動態評量系統之發展

3.1. 系統開發

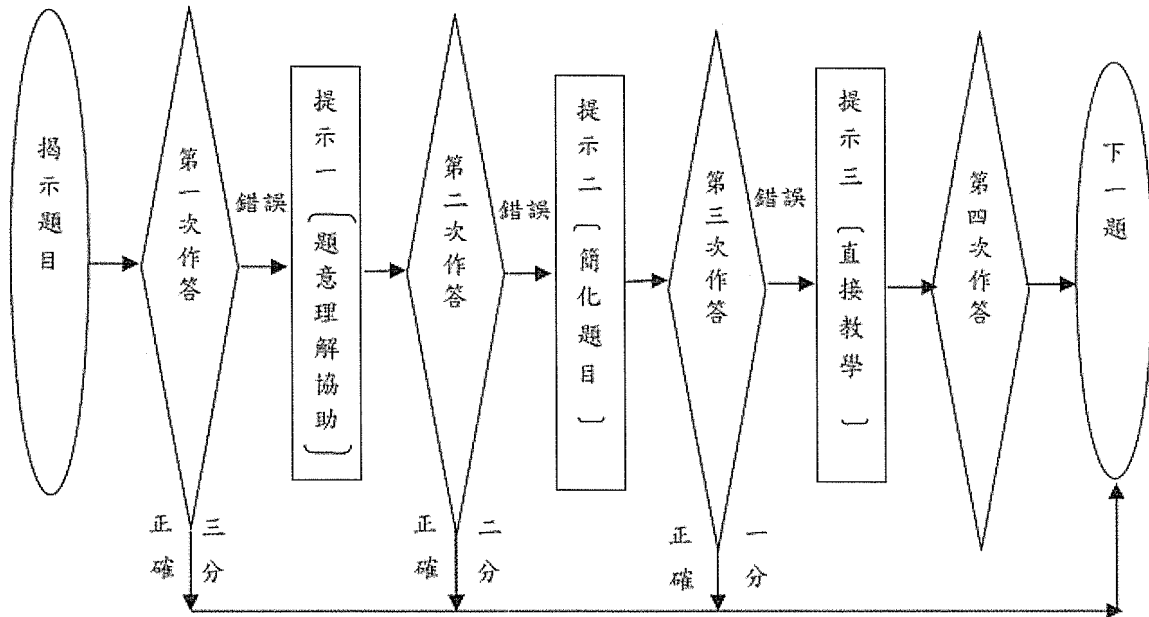
本研究建置之電腦化動態評量系統為一網路化（Web-based）系統，係採用微軟 Microsoft Visual Studio.net 軟體搭配 Access 資料庫開發電腦化動態評量系統。在過程發展部分乃採用演進雛型模式開發軟體，如此會讓演進後的軟體雛型愈來愈完善。

本系統規劃的功能分為三部分：（一）命題教師：包含線上命題及組合試題、上傳題庫、觀看學生個別評量歷程、觀看全班評量成績。（二）受測學生：包含線上評量、觀看個人評量歷程。學生在接受動態評量時可紀錄學生每題的答題歷程（即該題第一、二及三次作答的答案）、答題時間及提示次數等，將可作為教師對於學生潛能資料的分析、診斷缺陷之依據。（三）管理者：可進行使用者權限管理。教師可利用題庫減少出題的時間及人力，上傳題目以擴充題庫，並可從學生評量的歷程得到資訊，以分析其迷思概念、診斷其缺陷。

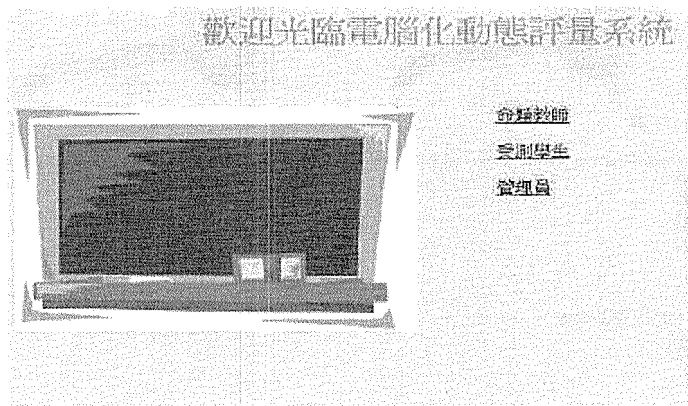
3.2. 數位化中介教材及漸進提示方式

本研究在漸進提示動態評量中介教材設計方面，採用 Macromedia Flash MX 工具，透過不同中介階層的動態圖像的優點提供學生鷹架，以期增進學生學習的興趣與成效。

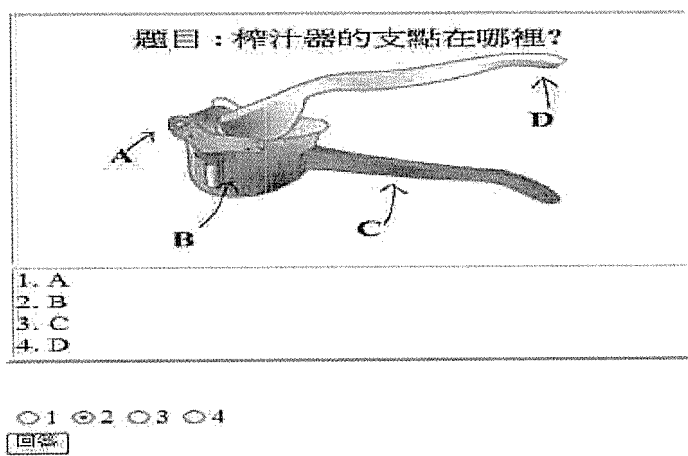
本系統評量提示方式分成四階段：（一）直接回答正確，不需提示。（二）提示一：簡單回饋。提供題意理解的協助，讓學童可以回憶其先備的解題知識來幫助解題。（三）提示二：簡化題目。提供關鍵字的提示，來簡化題型，減少不必要的干擾，讓題意更清晰易懂。（四）提示三：直接教學，運用 Flash 動畫式教材提供視覺化學習，以釐清學童槓桿的迷思概念。其計分方式按照所提供提示數目的多寡來評定，如圖一所示。



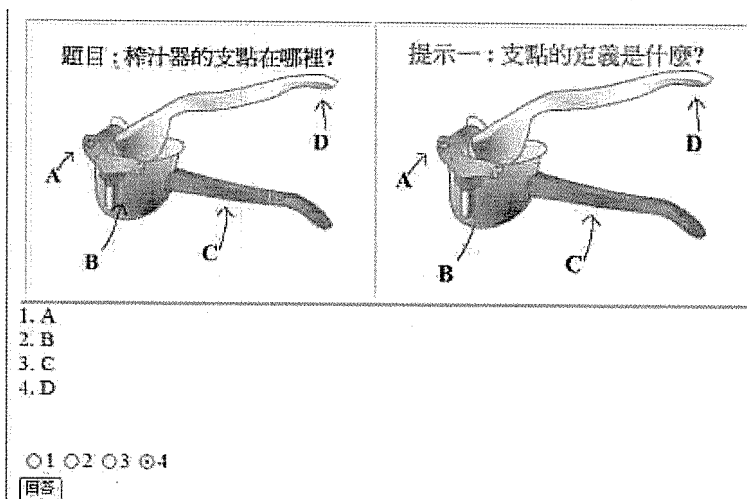
圖一 電腦化動態評量系統評分方式圖



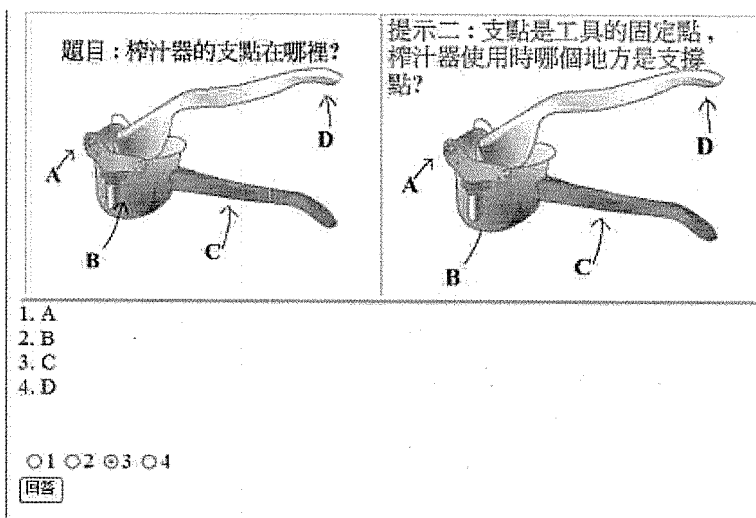
圖二 電腦化動態評量系統介面圖



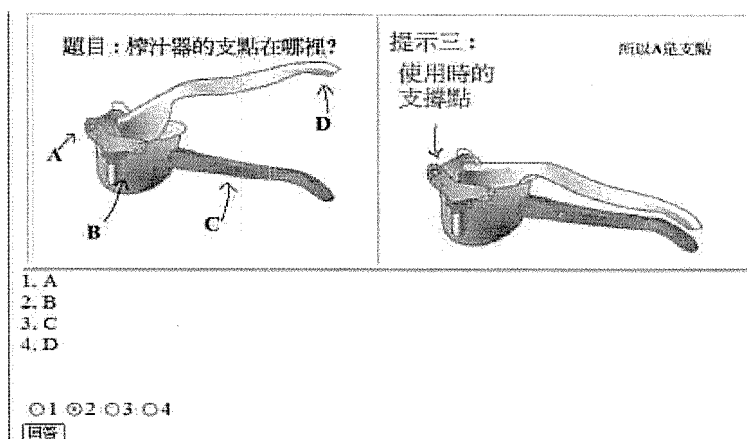
圖三 電腦化動態評量系統題目顯示



圖四 電腦化動態評量系統提示一



圖五 電腦化動態評量系統提示二



圖六 電腦化動態評量系統提示三 Flash 動畫展示

本研究將電腦化動態評量系統應用於國小自然與生活科技領域之槓桿教材教學，當學生進入系統（如圖二所示），並登入帳號、密碼，選擇科目、單元後，評量時首先會出現「揭示題目」部分（如圖三所示）。第一次回答錯誤後會出現「提示一」畫面（如

圖四所示)，提供學生題意理解的協助。第二次回答錯誤後出現「提示二」畫面（如圖五所示），提供關鍵字（支點是工具的固定點或使用時的支撐點）的提示來簡化題型。第三次回答錯誤時以動畫式（如圖六所示）教材輔助學生學習，以具體表徵方式，提供學生鷹架，幫助其跨越近側發展區，以增進其學習成效與興趣。所有題目測驗完後，立刻出現回饋畫面（如圖七所示），包含每題答題歷程（即該題第一、二及三次作答的答案）、提示次數、答題時間、該題得分等，可作為學生後設認知及教師對學生潛能資訊蒐集來源的依據。

恭喜你！你本次測驗得：57分

填寫問卷

題號	歷程一	歷程二	歷程三	該題答案	提示次數	費時(秒)	該題得分
1	4	1	0	3	2	44	1
2	1	0	0	3	1	18	2
3	0	0	0	2	0	7	3
4	2	2	0	1	2	44	1
5	0	0	0	1	0	10	3
6	1	2	0	4	2	74	1
7	1	4	0	3	2	29	1
8	2	0	0	1	1	45	2
9	0	0	0	3	0	49	3
10	3	1	2	4	3	43	0

圖七 電腦化動態評量系統評量歷程與結果顯示

4. 電腦化動態評量系統評估

本研究系統評估量表以 Likert 五等量表方式設計，包含電腦化動態評量系統功能與數位化試題、中介教材二向度，委請臺北市立師範學院科學教育所教授及臺北市自然與生活科技領域資深教師八位進行專家效化，以做為修正系統與數位化教材之用。評估量表在內部一致性上，電腦化動態評量系統功能部份的 α 值為.853，數位化試題及中介教材部份的 α 值為.876。系統完成後請臺北市立師範學院科學教育研究所研究生及國小自然與生活科技領域教師共二十九位實際進行電腦化動態評量系統之線上測試與評估並填寫問卷，問卷資料分析結果，在電腦化動態評量系統功能部份平均得分為 4.63，表示評估者對於本系統有極佳的評價；在數位化教材部分平均得分為 4.45，表示動態中介教學具有高度適用性。

5. 結語

本研究結合電腦輔助教學及漸進提示動態評量，開發電腦化動態評量系統，減輕教師實施動態評量時之負擔。國小高年級學生仍在 Piaget 認知發展階段的具體操作期（concrete operational stage）末期，經由多媒體中介教材搭起鷹架，期能增進學童之學習興趣與成效。而學生在槓桿教材學習方面存在各類型的迷思概念，透過本電腦化動態評量系統將可紀錄學生的答題歷程，其資訊可做為教師分析學生迷思概念、診斷缺陷並進行補救教學之用途。本研究正進行槓桿單元電腦動態評量之教學實驗，以分析對國小兒童在槓桿概念之學習成效。

參考文獻

- 古明峰 (1997)。漸進教學支持的動態評量之實例與應用。《特殊教育季刊》，第 65 期，18-22 頁。
- 李坤崇 (1999)。《多元化教學評量》。臺北市：心理出版社股份有限公司。
- 李春雄 (2003)。實施資訊融入各科教學之經驗分享以「多媒體線上測驗系統」之應用為例。《視聽教育雙月刊》，第 45 卷第 1 期，40-48 頁。
- 何榮桂 (1997)。從「測驗電腦化與電腦化測驗」再看網路化測驗。《測驗與輔導》，第 144 期，2972-2974 頁。
- 教育部 (2003)。《教學創新九年一貫課程問題與解答【修訂版】》。臺北市：教育部。
- 許家驊 (2001)。《國小三年級數學多階段動態評量之研究》。國立高雄師範大學教育學系博士論文。
- 莊麗娟、邱上真、江新合 (1997)。國小六年級浮力概念動態評量的效益分析。《中國測驗學會測驗年刊》，第 44 輯第 1 期，71-94 頁。
- 莊麗娟、邱上真、江新合、謝季宏、羅寶田 (2001)。多媒體動態評量模式之效益分析—以自然科學「浮力概念」為例。《中國測驗學會測驗年刊》，第 48 輯第 1 期，43-70 頁。
- 陳義勳 (1996)。國小高年級學生自然科學中力學單元迷思概念之探討。《臺北市立師範學院學報》。1996 年 4 月，83-104 頁。
- 賴阿福 (1997)。國小自然科網路教材製作實務。《科學教育研究與發展季刊》，第九期，35-59 頁。
- Budoff, M., & Corman, L. (1974). Demographic and psychometric factors related to improved performance on the Kohs learning potential procedure. *American Journal of Mental Deficiency*. 78, 578-585.
- Burns, M. S., Vye, N. J., & Bransford, J.D. (1987). Static and dynamic measures of learning in young handicapped children. *Diagnostique*, 12(2), 59-73.
- Campione, J. C., & Brown, A. L. (1987). Linking dynamic assessment with school achievement. In C. S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interaction approach to evaluation learning potential* (pp. 82-115). New York: Guilford Press.
- Carlson, J. S., & Wield, K. H. (1978). Use of testing-the-limits procedures in the assessment of intellectual capabilities in children with learning difficulties. *American Journal of Mental Deficiency*. 82, 559-564.
- Embretson, S. E. (1987). Toward development of a psychometric approach. In C. S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluation learning potential* (pp. 141-170). New: Guilford Press.
- Feuerstein, R. (1979). The dynamic assessment of related performers: The learning potential assessment device, theory, instrument, and techniques. Baltimore, MD: University Park Press.
- Siegler, R. S. (1978). *Children's thinking: What Develop?* Carnegie-Mellon University.