

數位平台輔助差異化教學之數學學習成效探討

The Effects of Mathematics Learning in Implementing Differentiated Instruction with E-learning Platform

楊妃婷¹ 顏榮泉²

YANG, FEI TING¹ YEN, JUNG CHUAN²

¹ 國立臺北教育大學 數學暨資訊教育研究所 研究生

¹ National Taipei University of Education, Graduate School of Mathematic and Information Education, Student

E-mail : yft.yang@gmail.com

² 國立臺北教育大學 數學暨資訊教育學系 副教授

² National Taipei University of Education, Department of Mathematic and Information Education, Association Professor

E-mail : jcyen.ntue@gmail.com

摘要

本研究旨在探討結合數位平台輔助教學與差異化教學策略，對學習者數學學習成效及數學學習態度之影響。本研究採準實驗研究設計，對象為北部某國小四年級三班共 78 位學生參與，隨機分派至不同教學策略之課堂教學組、數位平台輔助教學組、及數位平台輔助差異化教學組，依變項則為數學學習成效及學習態度。經 ANCOVA 及 MANOVA 分析後結果顯示：數學學習成就方面，結合數位平台輔助及差異化教學策略之教學設計，學習者的學習成就表現顯著比單純使用數位平台輔助教學為佳，而高成就與低成就學習者可能因使用數位平台而分心。數學學習態度方面，使用數位平台輔助教學能改善部分學習者的消極態度，搭配差異化教學策略，則能有效促進整體學習者的正向積極態度。

關鍵字：差異化教學、數學學習成效、數學學習態度

Abstract

The purpose of this study was to explore the effects of digital learning platform and differentiated instruction on primary school students' mathematics learning effectiveness and attitude. A quasi-experimental method was adopted and the subjects were 78 fourth grade students randomly assigned to three different teaching strategies group. The results showed that (1) for learning effectiveness, integrating digital platform and differentiated teaching strategies can promote students' mathematics learning effectiveness, (2) for learning attitude, Using digital platforms to assist teaching can improve the negative attitudes of some learners, and the additional use of differentiated teaching strategies can effectively promote learners' positive attitude.

Keywords : Differentiated Instruction, Mathematics Learning, Learning Attitude

壹、前言

差異化教學(differentiated instruction)係指教師能依據班級裡不同學科程度、學習需求、學習方式及學習興趣的學習者，彈性調整教學內容、教學進度和評量方式，以提供多元化學習輔導方案的教學模式(Tomlinson, 1999; Tomlinson, 2017; Corley, 2005; 薛雅純, 2019)。學者認為在課堂上實施差異化教學策略，能有效改善學習成就的兩極化問題(游自達、林素卿, 2014; 鄭章華, 林成財、蔡曉楓, 2016)。然而，在教師員額有限與授課時數無法調降的制度下，中小學教師如何在課堂中實施差異化教學，以改善學習成就落差與學習動機低落的問題，一直是教育研究的重要課題。近年來，許多實驗研究指出：運用數位平台輔助教師實施差異化教學，除能有效改善學習者的學習成就與學習態度外，亦能降低教師備課與實施差異化教學的負擔(陳宜君, 2018; 劉俞宏, 2018)。因此，本研究之目的即在探討運用數位平台輔助教師於課堂上實施差異化教學，對學習者數學學習成效及學習態度之影響為何。具體而言，本研究之目的有三：

1. 探討差異化教學策略的理念、實施方式及困難之處。
2. 探討不同教學策略(課堂教學、數位平台輔助教學、數位平台輔助差異化教學)對學習者數學學習成效之影響。
3. 探討不同教學策略(課堂教學、數位平台輔助教學、數位平台輔助差異化教學)對學習者數學學習態度之影響。

貳、文獻探討

一、差異化教學的理念與實施方式

(一) 差異化教學的定義

Tomlinson(1999)是最早提出差異化教學理念的學者之一。他認為教師在班級教學中，面對程度互異的學習者，教學設計不能只是設定滿足班級學生平均程度中的多數學習者為對象，必須同時思考如何兼顧學習成就較高及學習進度較為落後的學習者需求。本研究彙整歸納學者對差異化教學之定義如表 1 所示。

表 1 國內外專家學者對差異化教學的定義

| 學者 (依年代) | 差異化教學的定義 | 符合 108 課 綱之理念 |
|---------------------------|---|------------------|
| Tomlinson (1999, 2017) | 班級教學中教師除了讓多數的能力中等學生受益，也要兼顧能力高低學生的教育需求。 | 有教無類 |
| Heacox (2002) | 差異化教學是教師根據學生的個別差異，改變其教學進度、水平與類型，以適應學生的學習需求、學習風格及興趣。 | 因材施教 |

| | | |
|-----------------------|--|--------------|
| 吳清山 (2012) | 差異化教學是教師依據學生個別差異及需求，彈性調整學習內容、進度和評量方式，以提升學生學習效果和引導學生適性發展。 | 因材施教 適性揚才 |
| 甄曉蘭 (2012) | 差異化教學是針對同班級不同程度、不同學習需求、不同學習風格和不同學習興趣的學生提供多元學習輔導方案的教學模式。 | 因材施教 |
| 葉錫南 (2013) | 差異化教學是在教學資源與學習目標皆有差異的狀況下，讓每位學生皆有機會朝向公平與卓越的方向前進。 | 適性揚才 |
| 邱愛玲 (2013) | 以學生的興趣、學習表現和課業準備度為基礎，設計一系列的學習任務、作業和替代性評量，讓所有學生有多樣的學習機會和選擇。 | 因材施教 |
| 林佩璇、李俊湖、詹惠雪 (2018) | 差異化教學就是基於學生的背景知識、家庭生活、語言技能以及學習風格/偏好等課堂多樣性的需求，讓學生獲得滿足的一種理論。 | 有教無類 因材施教 |

(二) 差異化教學的實施方式

然而，究竟該如何實施差異化教學呢？Tomlinson (2017) 認為差異化教學並不是要設計一個獨立的新課程，而是針對傳統教學做調整。因此，實施差異化教學的首務，必須讓教師、家長及學生皆了解傳統教學與差異化教學之間的差異，表 2 為本研究統整歸納文獻中對傳統教學與差異化教學間差異的分析。

表 2 傳統教學與差異化教學之比較

| 傳統教學的課堂 | 差異化教學的課堂 |
|------------------|-----------------|
| 對於學生差異的認知 | |
| 將所有學生的起點行為視為相同 | 依學生的個別差異設計教學活動 |
| 將才能視為學科成績的表現好壞 | 以多元智能觀點肯定學習者的能力 |
| 對於優異的定義建立在個別差異上 | 將優異視為個體進步的程度 |
| 不重視學生的學習興趣 | 重視學生的學習興趣 |
| 教師上課的方式 | |
| 以課本及課程指引作為教學的依據 | 以學生的差異作為教學的依據 |
| 採用單一的觀點解釋知識 | 運用多元的教學資源解釋知識 |
| 採全班一致性的授課模式 | 同時採用多種教學模式與策略 |
| 教師為學生解答答案 | 善用科技與同儕資源協助解答問題 |
| 無彈性的、不變的教學時間 | 根據學生的需求彈性運用教學時間 |
| 作業與評量 | |
| 單一程度與進度的作業 | 多層次的作業設計與選擇 |
| 單一的評量模式 | 運用多元的學習評量模式 |

| | |
|------------------|------------------|
| 評量時間大多發生於學習活動之後 | 評量時間是持續性且多次的 |
| 評量的目的是瞭解學生精熟的程度 | 評量的目的為診斷學生的學習需求 |
| 教師以單一標準評量全班學生的表現 | 師生共同制定全班及個人的學習標準 |

學生的學習方式

| | |
|-----------------|----------------|
| 幾乎沒有提供學習的選擇權 | 提供多種學習的選擇 |
| 學生學習的重點為脫離情境的技巧 | 學習的首要目標為掌握基本概念 |
| 教師主導學生的學習行為 | 引導學生成為自主學習的學習者 |

二、實施差異化教學的困難

實施差異化教學是落實十二年國教相當重要的教學方法與策略。然而，教學場域實施差異化教學仍有許多待解決的難題與困境。

(一) 授課時間掌握不易

在原訂的學科授課時間中實施差異化教學，授課時間的掌握並不容易。由於學校排課方式彈性不足，且在教學進度與升學考試壓力下，實施差異化教學將使得原有的授課時間更為緊迫（Santangelo & Tomlinson, 2012）。鄭章華、林成財、蔡曉楓（2016）建議：教師設計差異化教學教學活動時，不須講解太多解題技巧，以澄清核心概念為主，捨棄反覆練習與測驗，教學進度的壓力自然能釋放不少。

(二) 家長對標籤化的顧慮

差異化教學必須將學生依學習成就進行分組，家長因擔心孩子會被標籤化而受到不對等的待遇，因而反對實施差異化教學（林佩璇，2017）。學者建議實施差異化教學的事前溝通是非常重要的，必須先讓家長明瞭教學並非每位學生的學習內容一致才是公平，而是應確保每位學習者都有公平的機會能學到他所需要且可以理解的知識，進而獲得個人實際的成長，這才是真正的公平。

(三) 教學輔助資源不足

實施差異化教學並非只是課堂上的分組教學，而是針對不同學習需求的學習者給予適合的任務與評量。由於現有的差異化教學輔助資源相當不足，教師必須花費數倍於傳統授課的教學準備時間。學者建議適度的導入教育科技與數位平台將有助於降低教師實施差異化教學的負擔（鄭章華、林成財、蔡曉楓，2016）。

(四) 教師社群運作不易

實施差異化教學需要額外投入相當多的時間與心力，願意參與教師社群進行共同備課與分享差異化教學經驗的教師並不多。因此，許多教學實務的研究建議：實施差異化教學的過程中，應積極透過教師社群的運作，彼此支持、鼓勵與分享教學心得與經驗。而透過教學主管的支持、結合學校行政團隊塑造學校本位課程與學校特色，推動差異化教學的社群運作，將有助於化解教師單打獨鬥的不安（林佩璇，2017；張如漢，2019）。

參、研究實施與設計

一、研究對象與設計

本研究以數位平台為輔助工具、以差異化教學為策略，進行為期六週的教學實驗。研究對象為北部某國小四年級三班共 84 位學生參與，參與班級隨機分派至傳統教學模式之「課堂教學組」、導入數位平台之「數位平台輔助教學組」、以及導入數位平台及差異化教學策略之「數位平台輔助差異化教學組」。剔除資料不完整之樣本後，實際有效樣本為 78 人，各組別人數分配如表 1 所示。

表 2 本研究實驗教學分組及各組人數分配表

| 性別 \ 組別 | 課堂教學組 | 數位平台輔助教學組 | 數位平台輔助差異化教學組 | 合計 |
|---------|-------|-----------|--------------|----|
| 男生 | 13 | 14 | 13 | 40 |
| 女生 | 13 | 12 | 13 | 38 |
| 合計 | 26 | 26 | 26 | 78 |

本研究旨在探討整合數位平台與差異化教學之不同教學設計策略，對數學學習成效與數學學習態度之影響，研究架構如圖 1 所示。

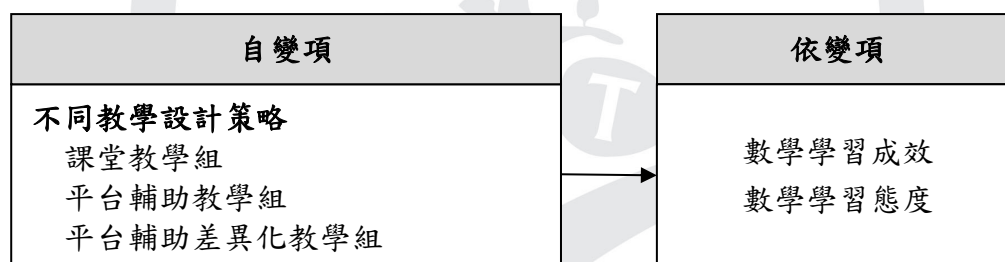


圖 1 本研究之研究架構

二、教學流程與工具

本研究進行教學實驗前，所有參與者皆需進行數學學習成就與數學學習態度之前測，以瞭解實驗介入前的學習成就及學習態度情形。接著，將分別對三組研究對象施以六週不同的教學策略。課堂教學組以紙本測驗卷進行學習診斷，並透過訂正測驗來完成錯題教學；數位平台輔助教學組以均一平台進行學習診斷，並要求學習者完成平台上的錯題練習任務；而數位平台輔助差異化教學組則是將全班分成高、中、低成就三組，以均一平台派送不同任務的方式來進行差異化教學與診斷。實驗教學後，各組再實施數學學習成就與數學學習態度之後測。

本研究之數學學習成就測驗卷，是由參與學校三位四年級之數學教師所共同出題、審題並經雙向細目表檢核後編訂而成。學習態度量表則參考施保成(2011)所編製之「數學學習態度量表」，問卷內容包括數學學習信心、數學喜好度、數

學學習焦慮、數學學習過程、數學學習方法與數學有用性等六個向度。此數學學習態度量表前後測之 Cronbach's α 值分別為.91 和.89，顯示內部一致性良好。

肆、結果與討論

本研究旨在探討整合數位平台與差異化教學策略之不同教學設計，對數學學習成效與數學學習態度之影響，實驗數據在學習成效及各項態度問卷之統計分析顯著水準皆設為.05。

一、數學學習成效分析

數學學習成效分析主要在檢視不同教學策略分組，在學習表現上是否達顯著差異。各分組學習成效平均數、標準差及人數，如表 4 所示。

表 4 各組學習成就前、後測之平均數與標準差

| 組別 | 測驗別 | 人數 | 前測 | | 後測 | |
|----------|-----|----|-------|-------|-------|-------|
| | | | 平均數 | 標準差 | 平均數 | 標準差 |
| 課堂教學組 | | 26 | 78.54 | 11.58 | 84.85 | 11.51 |
| 數位平台組 | | 26 | 80.19 | 9.05 | 83.27 | 9.18 |
| 數位平台差異化組 | | 26 | 80.58 | 13.78 | 88.69 | 9.57 |

本研究以共變數分析法探討三種不同教學設計組別，在學習成就測驗表現上是否達顯著差異。首先，本研究以前測成績為共變數、後測成績為依變項，進行組內迴歸係數同質性檢定，檢定結果 F 值為 2.02，顯著性為.140 > .05，未達顯著水準，符合共變數組內迴歸係數同質性的假定，可繼續進行單因子共變數分析來檢驗不同組別在後測得分之差異，獲致如表 5 之結果。

表 5 不同組別學習者在學習成就後測之共變數分析摘要

| 變異來源 | 離均差平方和 | 自由度 | 平均平方和 | F 值 | 顯著性 |
|-------|------------|-----|----------|--------|------|
| 共變項 | 4387.259 | 1 | 4387.259 | 97.942 | .000 |
| 組間效果 | 347.556 | 2 | 173.778 | 3.879* | .025 |
| 組內 | 3314.779 | 74 | 44.794 | | |
| 總和 | 579675.000 | 78 | | | |
| 校正後總數 | 8106.679 | 77 | | | |

* $p < .05$

表 5 顯示在排除前測成績的影響後，不同組別之組間效果分析結果顯示 F 值為 3.879，顯著性為.025 < .05，表示研究對象在接受不同教學策略之實驗教學後，其數學學習成就表現達顯著差異。事後成對比較發現：數位平台輔助差異化教學組（調整後平均數 88.16 分）之學習表現顯著優於數位平台輔助教學組（調整後平均數 82.99 分），而課堂教學組（調整後平均數 85.66 分）與採用數位平台進行輔助教學的兩個組別之間，則未達顯著差異。然值得注意的是，單獨採用數位

平台未進行差異化教學的組別，組間差異雖未達顯著差異，但整組後測的平均數卻略低於課堂教學組。

簡言之，同時接受數位平台輔助及差異化教學策略之組別，其學習成就之表現顯著比單純使用數位平台輔助教學之組別為佳。其次，本研究教學實驗中單純使用數位平台輔助學習之設計，學習者之學習成就似乎並未產生優於傳統課堂教學之表現。研究者從教學現場的觀察合理懷疑，使用數位平台輔助學習時，若未經教師適當的分組與引導，對原本學習成就兩端的學習者-高成就及低成就學習者，使用數位平台似乎反容易使其分心，此結果值得進一步深入的探究。

二、數學學習態度分析

數學學習態度分析之目的在檢視不同教學策略對於學習者的數學學習焦慮、數學學習過程、數學學習方法與數學有用性等態度是否有顯著的影響。各組態度面向平均數、標準差及人數如表 6 所示，由平均數可知，不論教學策略為何，大多數學習者均展現出正向的態度表現。其中，數學學習焦慮為反向題，三組學習者之焦慮態度經反向計分後均低於 3（分數愈低者代表焦慮愈深），顯現數學學習對多數學生來說仍是備感焦慮的。

表 6 不同組別學習者在數學學習態度各分量表之平均數與標準差

| 學習態度 | 實驗組別 | 人數 | 平均數 | 標準差 |
|--------|------------|----|------|------|
| 數學學習焦慮 | 課堂教學組 | 26 | 2.60 | .85 |
| | 數位平台輔助教學組 | 26 | 2.92 | .87 |
| | 數位平台差異化教學組 | 26 | 2.94 | .77 |
| 數學學習過程 | 課堂教學組 | 26 | 2.96 | .85 |
| | 數位平台輔助教學組 | 26 | 3.33 | .90 |
| | 數位平台差異化教學組 | 26 | 3.70 | .98 |
| 數學學習方法 | 課堂教學組 | 26 | 3.42 | .73 |
| | 數位平台輔助教學組 | 26 | 3.56 | .83 |
| | 數位平台差異化教學組 | 26 | 3.63 | .76 |
| 數學有用性 | 課堂教學組 | 26 | 3.67 | .86 |
| | 數位平台輔助教學組 | 26 | 3.87 | 1.05 |
| | 數位平台差異化教學組 | 26 | 3.80 | 1.15 |

本研究進一步以多變量變異數分析（MANOVA）來探討三種不同教學設計組別，在數學學習態度表現上是否達顯著差異。首先，以 Box's M 進行三組學習態度的組內變異數同質性檢定，結果 F 值為 1.003，顯著性為 .455，未達顯著水準，符合多變量變異數同質性的假定，可進行後續多變量變異數分析。

不同教學策略組別在學習態度的四個分向度中，數學學習過程之組間效果分析結果達顯著差異（ F 值為 4.289，顯著性為 .017），其餘則未達顯著。研究者進行數學學習過程之事後成對比較發現：數位平台輔助差異化教學組（平均數 3.70）

顯著高於課堂教學組(平均數 2.96)，亦即結合數位平台實施差異化教學之策略，能讓學習者在數學學習過程中具備更為正向積極的態度。整體而言，本研究三組教學策略中，課堂教學組的學習者在數學學習焦慮與數學學習過程的態度上，較趨於負面消極，而採取數位平台輔助時似乎能改善部分學習者的消極態度，若再搭配差異化教學策略，則似乎能有效促進整體學習者的正向態度。

表 7 不同教學策略之數學學習態度 MANOVA 受試者間效應項檢定

| 學習態度 | 離均差平方和 | 自由度 | 平均值平方 | F 值 | 顯著性 |
|--------|--------|-----|-------|--------|------|
| 數學學習焦慮 | 1.968 | 2 | .984 | 1.419 | .248 |
| 數學學習過程 | 7.127 | 2 | 3.563 | 4.289* | .017 |
| 數學學習方法 | .550 | 2 | .275 | .455 | .636 |
| 數學有用性 | .495 | 2 | .248 | .234 | .792 |

* $p < .05$

伍、結論與建議

本研究旨在探討運用數位平台輔助教師於課堂上實施差異化教學，對學習者數學學習成效及數學學習態度之影響。依據研究目的與資料分析結果，本研究獲得的主要結論：數學學習成就方面，結合數位平台輔助及差異化教學策略之教學設計，學習者的學習成就表現顯著比單純使用數位平台輔助教學為佳。教師使用數位平台輔助教學時，若同班級學生之程度落差較大時，建議留意高成就與低成就學習者可能反因使用數位平台而分心。數學學習態度方面，本研究使用數位平台輔助教學能改善部分學習者的消極態度，若再搭配差異化教學策略，則能有效促進整體學習者的正向積極態度。後續研究建議針對高、低成就學習者使用數位學習平台之歷程行為進行質性分析，以更深入的瞭解數位平台輔助結合差異化教學策略對不同程度學習者之影響。

致謝

本研究相關設備資源及部分研究人力承蒙科技部 MOST 106-2511-S-003-049-MY3 及 MOST 108-2511-H-152-010 專題研究計畫之經費補助，謹此致謝。

參考文獻

一、中文部分

- 林佩璇 (2017)。矛盾趨動擴展學習：差異化教學的實踐轉化。課程與教學，20(4)，117-150。
- 林佩璇、李俊湖、詹惠雪 (2018)。差異化教學。新北市：心理。
- 邱愛玲 (2013)。成就每一個學生：差異化教學之理念與教學實務。教育研究月刊，231，18-33。
- 吳清山 (2013)。差異化教學與學生學習。國家教育研究院電子報，38。取自 https://epaper.naer.edu.tw/edm.php?edm_no=38&content_no=1011。

- 陳宜君 (2018)。差異化數位遊戲式學習應用於國中國文教學之研究 (未出版之碩士論文)。淡江大學，新北市。
- 張俊彥 (主編) (2018)。國際數學與科學教育成就趨勢調查 2015 國家報告。國立臺灣師範大學科學教育中心，臺北市。
- 張如漢 (2019)。運用差異化教學策略提升國小五年級數學低成就學生學習成效之行動研究 (未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學。臺中市。
- 張新仁 (2003)。學習與教學新趨勢。臺北市：心理。
- 教育部 (2012)。教育部十二年國民基本教育學習支援系統建置及教師教學增能實施要點。取自 <http://edu.law.moe.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL000963>
- 游自達、林素卿 (2014)。整合學習共同體於差異化教學的改革。師資培育與教師專業發展期刊，7 (1)，23-45。
- 葉錫南 (2013)。英文科差異化教學之理念與實施。教育研究月刊，233，37-48。
- 劉俞宏 (2018)。均一教育平台融入差異化教學對提升國中生數學學習成效之行動研究 (未出版之碩士論文)。淡江大學，新北市。
- 劉春初、王澤宇、陳威仁 (2013)。國民中學學生數學成就表現之跨國比較：以 TIMSS 為例。測驗學刊，66 (1)，1-26。
- 甄曉蘭 (2012)。差異化教學策略研習手冊。臺北市：國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心。
- 鄭章華、林成財、蔡曉楓 (2016)。國中數學差異化教材設計與實施初探。中等教育，67 (4)，38-56。
- 薛雅純 (2019)。以均一教育平台實施差異化教學之實務見解。臺灣教育評論月刊，8 (1)，245-248。

二、英文部分

- Corley, M. A. (2005). Differentiated instruction: Adjusting to the needs of all learners. *Focus on Basics*, 7, 13-16.
- Heacox, D. (2012). *Differentiating instruction in the regular classroom: How to reach and teach all learners* (Updated anniversary edition). Free Spirit Publishing.
- Mastropieri, M. A., & Scruggs, T. E. (2017). *The inclusive classroom: Strategies for effective differentiated instruction*. (5th Ed.) Pearson.
- Santangelo, T., & Tomlinson, C. A. (2012). Teacher educators' perceptions and use of differentiated instruction practices: An exploratory investigation. *Action in Teacher Education*, 34(4), 309-327.
- Tomlinson, C. (1999). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tomlinson, C. A. (2017). *How to differentiate instruction in academically diverse classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.