

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC*
DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND
LEARNING ACHIEVEMENT IN LOGARITHM FUNCTION OF
MATHAYOMSUKSA FOUR STUDENTS BY ORGANIZING LEARNING
ACTIVITIES BASED ON DAPIC

ญาสุมิน สุวรรณไตรย์

Yasumin Suwannatrai

มนตรี ทองมูล

Montri Thongmoon

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University, Thailand

E-mail: nunejep@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC โดยกลุ่มเป้าหมายได้จากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC จำนวน 9 แผน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ชุด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ และแบบสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.42 คิดเป็นร้อยละ 70.56 วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.00 คิดเป็นร้อยละ 70.00 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมี

* Received 13 June 2020; Revised 25 September 2020; Accepted 15 October 2020

คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.04 คิดเป็นร้อยละ 86.81 ซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีคะแนนเฉลี่ย 11.13 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.94 คิดเป็นร้อยละ 74.17 ซึ่งอยู่ในระดับการประเมินดี

คำสำคัญ: การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC, ฟังก์ชันลอการิทึม, การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Abstract

This research is the action research. The proposes of this study were 1) to develop the mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa 4 students by organizing learning activities based on DAPIC to achieve the criteria 70 percent, and 2) to study the students' learning achievement. The target group is 24 students of Mathayomsuksa 4 students in the academic year 2019 from Sarakhampittayakhom School, Muang, Mahasarakham. They were selected by using the purposive sampling of 1 classroom. The research instruments were: 1) 9 lesson plans of the organizing learning activities based on DAPIC, 2) There are 3 sets of the mathematical problem solving ability test, and 3) Learning achievement in logarithm function test. The statistical techniques are applied to analyses the data such as mean, percentage and standard deviation. The results were as follows 1) the mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa 4 students by organizing learning activities based on DAPIC. The average for the first, second, third groups are 70.56, 70.00, 86.81 percent, respectively. Especially, for the third group, each of student's score is higher than 70 percent. Moreover, the mathematical skills have improved for every group, and 2) The students' learning achievement after organizing learning activities based on DAPIC, students have an average of 11.13 from full score of 15 and a standard deviation of 1.94, representing 70 percent, which is in good level.

Keywords: The Mathematical Problem Solving, Organizing Learning Activities Based on DAPIC, Logarithm Function, Action Research



บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอดมีความเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องสัมพันธ์และมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยใช้ตัวเลขและสัญลักษณ์เป็นการสื่อความเข้าใจที่เป็นสากล คณิตศาสตร์เป็นทักษะชีวิตที่ต้องใช้ทั้งในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนช่วยปลูกฝังคุณลักษณะที่สำคัญของการเป็นมนุษย์ที่ดี ดังนั้น การจัดการศึกษาซึ่งมีความมุ่งหมายเพื่อให้คนเป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข สามารถใช้ชีวิตได้อย่างมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพในสังคมคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้อย่างแน่นอนในการดำรงชีวิตทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถ่องแท้ รอบคอบ ช่วยให้การคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา (ยุพิน พิพิธกุล, 2545) การแก้สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการหาคำตอบ โดยไม่รู้วธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่ยังไม่เคยพบมาก่อน หรืออาจเป็นปัญหาในอดีต ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ดังนั้นการหาคำตอบจะต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เข้ามาแก้ปัญหา

การเรียนการสอนของวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม จากการสอบถามพูดคุยกับคุณครูสวัสดิ์ จันทมนตรี ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ในวันที่ 14 ธันวาคม 2562 กล่าวว่า ปัญหาที่พบในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เกิดจากหลายสาเหตุ ส่วนหนึ่งคือตัวนักเรียนเอง และปัญหาที่พบมากเรื่องหนึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนไม่สามารถแสดงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ขาดความรู้พื้นฐาน ไม่ทบทวนบทเรียน นอกจากนี้นักเรียนขาดความเข้าใจในกระบวนการหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ไม่รู้ว่าจะเริ่มแก้ปัญหาจากตรงไหน ขาดความรอบคอบในการคิดคำนวณ จึงทำให้เกิดการคำนวณที่ผิดพลาดอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งโรงเรียนสารคามพิทยาคมจัดการศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ จากการสังเกตการทำ



แบบฝึกหัดของนักเรียน ปัญหาที่พบคือนักเรียนส่วนมากไม่เข้าใจเนื้อหา อ่านโจทย์หรือข้อความปัญหาไม่เข้าใจ วิเคราะห์ปัญหาโจทย์ไม่เป็น ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งนับเป็นทักษะและกระบวนการหนึ่งตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

จากข้างต้นที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่านักเรียนมีปัญหาในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนขาดความเข้าใจในกระบวนการหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และไม่สามารถแสดงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ดังนั้นในการจะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงควรจะต้องจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติในการทำกิจกรรม ซึ่งต้องอาศัยแนวคิดในการจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด DAPIC เป็นวิธีสอนอย่างหนึ่งที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาและให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลมุ่งให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยนำกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC มาช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนามาจากหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี IMAST ของศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ร่วมกับมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ อเมริกา เป็นกระบวนการสำหรับนำไปใช้ในการสอนเพื่อแก้ปัญหาทั้งในวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (Meier, S. L. et al., 1996) DAPIC มี 5 องค์ประกอบ คือ 1) การระบุปัญหา (Define) 2) การประเมินปัญหา (Assess) 3) การวางแผนการแก้ปัญหา (Plan) 4) การดำเนินการตามแผน (Implement) 5) การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อสรุป (Communicate) จุดเด่นของกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา มีความยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะทำการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน ต้องการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารคามพิทยาคม และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผู้เรียนในการเรียนการสอนหลักสูตรต่อไป



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) โดยผู้วิจัยดำเนินการขั้นตอนตามรูปแบบแนวคิดของ เคมมิส และแม็คแทกการ์ท (Kemmis, S. & McTaggart, R., 1988) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติการ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนผล (Reflection) ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรทั้งหมด 3 วงจร แบ่งได้ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 3

วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 – 6

วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 – 9

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนจะใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีขั้นตอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) Define ระบุปัญหา 2) Assess การประเมินปัญหา 3) Plan วางแผนดำเนินการ 4) Implement ดำเนินการตามแผน และ 5) Communication สื่อสารแลกเปลี่ยนข้อสรุป

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง ม.4/9 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 70 จำนวน 24 คน จากการวิเคราะห์ผลคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ระยะเวลา และ กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งมีผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยอยู่

ระหว่าง 4.70 – 4.81 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติการ	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
1	1	ความหมายของลอการิทึม	1
	2	กราฟของฟังก์ชันลอการิทึม	1
	3	การหาค่าลอการิทึม	1
	4	ลอการิทึมสามัญ	1
2	5	แอนติลอการิทึม	1
	6	การเปลี่ยนฐานลอการิทึม	1
	7	สมการลอการิทึม	1
	8	การประยุกต์ของฟังก์ชันลอการิทึม	1
3		(การวัดระดับความเข้มเสียง)	
	9	การประยุกต์ของฟังก์ชันลอการิทึม (ระดับความเป็นกรดเบสของสารละลาย)	1

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ซึ่งเป็นประเภทอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ ชุดที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง ความหมายของลอการิทึม กราฟของฟังก์ชันลอการิทึม และการหาค่าลอการิทึม ชุดที่ 2 ประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง ลอการิทึมสามัญ แอนติลอการิทึม และการเปลี่ยนฐานลอการิทึม และชุดที่ 3 ประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง สมการลอการิทึม การประยุกต์ของฟังก์ชันลอการิทึม (การวัดระดับความเข้มเสียง) การประยุกต์ของฟังก์ชันลอการิทึม (ระดับความเป็นกรดเบสของสารละลาย) แต่ละเรื่องประกอบด้วยข้อสอบ 1 ข้อคำถาม โดยดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 15 ข้อ โดยดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

4. แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยนำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนสองกลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการเรียนรู้ที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร หลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยมีประเด็นการสัมภาษณ์ ประกอบด้วย คำถามด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และคำถามที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทาง



คณิตศาสตร์ ผลการพิจารณาพบว่าแบบสัมภาษณ์มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ซึ่งจัดว่าเป็นแบบสัมภาษณ์ที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามพฤติกรรมชีวิต

ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสัมภาษณ์นักเรียน ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับโจทย์ปัญหา และความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และได้ทำการปรับแก้ตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญแล้ว

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม

2. ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 9 แผน แผนละ 1 คาบเรียน รวมเป็น 9 คาบเรียน ซึ่งแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติการที่ 2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายปรึกษาหารือกันและร่วมกันทำงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติการที่ 3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เพิ่มกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้สื่อ เป็นวิดีโอแสดงตัวอย่างการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนขึ้นในการดำเนินการแก้ปัญหา จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้

3. หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบตามจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้แล้วให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบประเภทอัตนัยที่ได้จัดทำไว้วงจรปฏิบัติการละ 1 ชุดชุดละ 3 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 15 ข้อ โดยใช้ข้อสอบประเภทปรนัยที่ได้จัดทำไว้ใช้หลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกับก่อนเรียน หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยจะสังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากใบงาน ใบกิจกรรม และนำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนสองกลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการเรียนรู้ที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร เพื่อนำไปสะท้อนผลของแต่ละวงจรปฏิบัติการ

4. เก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาเทียบกับเกณฑ์ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย โดยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากใบกิจกรรม ใบงาน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และแบบสัมภาษณ์นักเรียน หลังจากสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิธึม หลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการสุดท้าย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงจุดในวงจรปฏิบัติการต่อไป

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ในแต่ละวงจรปฏิบัติการซึ่งมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ผลการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

วงจรปฏิบัติการที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คะแนน			
		เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
1	1. การทำความเข้าใจปัญหา	6	5.33	0.917	88.89
	2. การหาแนวทางการแก้ปัญหา	9	4.54	2.395	50.46
	3. การดำเนินการแก้ปัญหา	9	7.63	1.555	84.72
	4. การสรุปคำตอบ	6	4.92	1.060	81.94

จากตารางที่ 2 พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งพิจารณาจากความสามารถ 4 ด้าน จากแบบทดสอบท้ายวงจร ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหา ได้คะแนนเฉลี่ย 5.33 คิดเป็นร้อยละ 88.89 2) การหาแนวทางการแก้ปัญหา ได้คะแนนเฉลี่ย 4.54 คิดเป็นร้อยละ 50.46 3) การดำเนินการแก้ปัญหา ได้คะแนนเฉลี่ย 7.63 คิดเป็นร้อยละ 84.72 และ 4) การสรุปคำตอบ ได้คะแนนเฉลี่ย 4.92 คิดเป็นร้อยละ 81.94



ตารางที่ 3 ผลการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน
วงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	คะแนน			
		เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
2	1. การทำความเข้าใจปัญหา	6	5.88	0.448	97.92
	2. การหาแนวทางการแก้ปัญหา	9	5.63	2.102	62.50
	3. การดำเนินการแก้ปัญหา	9	5.67	1.834	62.96
	4. การสรุปคำตอบ	6	3.83	1.711	63.89

จากตารางที่ 3 พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งพิจารณาจากความสามารถ 4 ด้าน จากแบบทดสอบท้ายวงจร ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหา ได้คะแนนเฉลี่ย 5.88 คิดเป็นร้อยละ 97.92 2) การหาแนวทางการแก้ปัญหา ได้คะแนนเฉลี่ย 5.63 คิดเป็นร้อยละ 62.50 3) การดำเนินการแก้ปัญหา ได้คะแนนเฉลี่ย 5.67 คิดเป็นร้อยละ 62.96 และ 4) การสรุปคำตอบ ได้คะแนนเฉลี่ย 3.83 คิดเป็นร้อยละ 63.89

ตารางที่ 4 ผลการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน
วงจรปฏิบัติการที่ 3

วงจรปฏิบัติการที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	คะแนน			
		เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
3	1. การทำความเข้าใจปัญหา	6	5.88	0.338	97.92
	2. การหาแนวทางการแก้ปัญหา	9	7.67	1.435	85.19
	3. การดำเนินการแก้ปัญหา	9	7.79	1.414	86.57
	4. การสรุปคำตอบ	6	4.71	1.042	78.47

จากตารางที่ 4 พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งพิจารณาจากความสามารถ 4 ด้าน จากแบบทดสอบท้ายวงจร ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหา ได้คะแนนเฉลี่ย 5.88 คิดเป็นร้อยละ 97.92 2) การหาแนวทางการแก้ปัญหา ได้คะแนนเฉลี่ย 7.67 คิดเป็นร้อยละ 85.19 3) การดำเนินการแก้ปัญหา ได้คะแนนเฉลี่ย 7.79 คิดเป็นร้อยละ 86.57 และ 4) การสรุปคำตอบ ได้คะแนนเฉลี่ย 4.71 คิดเป็นร้อยละ 78.47

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิธึม

คนที่	ก่อนการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC			หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC		
	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน
1	9	60.00	น่าพอใจ	13	86.67	ดีเยี่ยม
2	7	46.67	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม
3	9	60.00	น่าพอใจ	14	93.33	ดีเยี่ยม
4	7	46.67	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม
5	11	73.33	ดี	11	73.33	ดี
6	6	40.00	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	11	73.33	ดี
7	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	13	86.67	ดีเยี่ยม
8	6	40.00	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม
9	5	33.33	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	7	46.67	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ
10	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	10	66.67	ค่อนข้างดี
11	11	73.33	ดี	14	93.33	ดีเยี่ยม
12	9	60.00	น่าพอใจ	12	80.00	ดีเยี่ยม
13	6	40.00	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	11	73.33	ดี
14	7	46.67	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	9	60.00	น่าพอใจ
15	5	33.33	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
16	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม
17	10	66.67	ค่อนข้างดี	14	93.33	ดีเยี่ยม
18	5	33.33	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
19	7	46.67	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม
20	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	11	73.33	ดี
21	6	40.00	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	10	66.67	ค่อนข้างดี
22	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	12	80.00	ดีเยี่ยม
23	8	53.33	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	10	66.67	ค่อนข้างดี
24	5	33.33	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	9	60.00	น่าพอใจ
$\bar{X}$	7.46	49.72	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	11.13	74.17	ดี
S.D.	1.79	-	-	1.94	-	-

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิธึม สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีนักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดี จำนวน 2 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินค่อนข้างดี จำนวน 1 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินน่าพอใจ จำนวน 2 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 6 คน และนักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 13 คน โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.46 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.79 คิดเป็นร้อยละ 46.72 ซึ่งอยู่ในระดับการ



ประเมินต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ และผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิด DAPIC มีนักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดีเยี่ยม จำนวน 12 คน นักเรียนที่อยู่ใน ระดับการประเมินดี จำนวน 5 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินค่อนข้างดี จำนวน 3 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินน่าพอใจ จำนวน 1 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมิน ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 2 คน และนักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 1 คน โดยมีคะแนนเฉลี่ย 11.13 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานเท่ากับ 1.94 คิดเป็นร้อยละ 74.17 ซึ่งอยู่ในระดับการประเมินดี จากการศึกษาพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากการวัดแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการใช้การจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในส่วนของเนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน จึงยังไม่เกิดความคุ้นชินกับปัญหา จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น หลังการใช้การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC

อภิปรายผล

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC เพื่อพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 นำมาอภิปรายผลดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลัง การใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ได้ทำการพัฒนาเป็นจำนวน 3 วงจร ปฏิบัติการ เพื่อดูการพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการได้ผลดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ให้ ความสำคัญกับกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นเท่า ๆ กัน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.42 คิดเป็นร้อยละ 74.72 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.333 ซึ่งมี นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งในวงจรปฏิบัติการนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่าน เกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC เป็นการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน มีลำดับขั้นตอนที่เกิด จากการนำตัวอักษรตัวแรกขององค์ประกอบในกระบวนการแก้ปัญหามาเรียงเป็นชื่อเรียกของ แต่ละขั้น เพื่อให้สื่อความหมายของขั้นตอนที่ชัดเจนและเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ ซึ่ง สอดคล้องกับแนวคิดของ ปรีชา เนาว์เย็นผล ที่กล่าวว่า แนวคิด DAPIC ประกอบด้วย 5 ขั้น

ได้แก่ ขั้นที่ 1 Define เป็นขั้นระบุปัญหา ผู้วิจัยได้นำเสนอโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนโดยการใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์และทำความเข้าใจ แล้วระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ในขั้นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการอ่านโจทย์ และสามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาด้วยตนเองได้มากขึ้น ขั้นที่ 2 Access เป็นขั้นประเมินปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องบอกได้ว่าจะใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อให้เพียงพอสำหรับการวางแผนและดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับประสบการณ์ที่เคยพบเจอมาก่อนจากโจทย์ปัญหา เพื่อระบุข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป้าหมายในขั้นนี้ก็คือการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนาวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 Plan เป็นขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลในขั้นระบุปัญหากับขั้นประเมินปัญหา เพื่อวางแผนการแก้ปัญหาย่างเป็นลำดับขั้นตอน เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง วิเคราะห์การแก้ปัญหาลำดับขั้นตอน ขั้นที่ 4 Implement เป็นขั้นดำเนินการตามแผน แสดงวิธีการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนแผนให้ดีขึ้น ให้นักเรียนจัดลำดับการคิดของตนเอง ให้มีความสำคัญกับการคำนวณ ส่งผลให้ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนดีขึ้น และขั้นที่ 5 Communicate เป็นขั้นสื่อสารและแลกเปลี่ยน ผู้วิจัยให้นักเรียนนำผลลัพธ์ที่ได้จากการปฏิบัติตามแผนมาวิเคราะห์กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แล้วสรุปเป็นคำตอบให้ถูกต้องและครบถ้วน นำเสนอคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2556)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยังพบว่ามีนักเรียนอีกจำนวน 7 คน ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนในการทำใบกิจกรรม ใบงาน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงแบบสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้อาจจะยังยึดติดกับการที่ครูจะต้องเป็นผู้ให้ความรู้และพาแสดงวิธีการหาคำตอบทุกขั้นตอน ส่งผลให้นักเรียนไม่แสดงความคิดเห็นด้วยตัวเอง ไม่มีความมั่นใจในการตอบคำถาม เมื่อเกิดข้อสงสัยหรือฟังไม่ทันในสิ่งที่ครูชี้แจงนักเรียนไม่กล้าถามครูจึงส่งผลให้นักเรียนไม่มีความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาและไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกขั้นตอน นักเรียนคุ้นเคยกับการแก้ปัญหาก็เจอโจทย์แล้วแสดงวิธีทำเลย จึงไม่สามารถเขียนอธิบายการวางแผนการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญญา แนวดวง ได้พบว่า เมื่อใช้คำถามเพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ แล้วให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายกับเพื่อนแล้วนำข้อสรุปไปประยุกต์ใช้ในการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดของตนเอง นักเรียนจะมีความเข้าใจมากขึ้น จนทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดของตนเองให้รู้จักสังเกต คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และ



หาข้อสรุปด้วยตนเอง นำไปสู่การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป (ัญญา
เนาวดง, 2561)

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเทคนิค Think - Pair - Share มาร่วมกับการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งเทคนิค Think - Pair - Share จะช่วยให้นักเรียน
เกิดการเรียนรู้จากเพื่อนด้วยกัน ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน มีการอภิปรายร่วมกัน แลกเปลี่ยน
เรียนรู้ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกล้าแสดงออกในการตอบ
คำถามหรือแสดงความคิดเห็นมากขึ้น โดยครูผู้สอนจับคู่ให้นักเรียนเก่งคู่กับนักเรียนที่อ่อนกว่า
เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายร่วมกัน ช่วยกันวางแผนการแก้ปัญหา ครูผู้สอนเปลี่ยนรูปแบบ
คำถามให้มีความชัดเจน เป็นคำถามที่ใช้บ่งชี้หรือระบุคำตอบจากคำถาม เพิ่มตัวอย่างโจทย์
ปัญหาที่มีลักษณะที่คล้ายกันเพื่อให้นักเรียนฝึกฝน และสรุปความรู้ หลักการ อธิบายขั้นตอนแต่
ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหา ก่อนทำใบงาน การใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด
DAPIC ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ปฏิบัติเองโดยมีเพื่อน
คอยช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ปรึกษาหารือกัน คนที่อ่อนได้เรียนรู้กับ
คนที่เก่งกว่า ทำให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา กล้าแสดงความคิดเห็น กล้าตอบคำถามมากขึ้น
เป็นคู่หูช่วยกันเรียน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ สมบัติ การจนารักษ์พงศ์ กล่าวว่า เทคนิค
เพื่อนคู่คิดจะทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและการสื่อสารให้คู่ของตนเข้าใจ ฝึกให้นักเรียน
กล้าแสดงความคิดเห็น ช่วยทำให้นักเรียนแต่ละคู่มีความสนิทสนมกันมากขึ้น และช่วยทำ
ให้นักเรียนเป็นคู่หูในการช่วยกันเรียนต่อไป ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ
70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แต่ยังมีนักเรียนอีกจำนวน
7 คน ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สาเหตุอาจจะเนื่องจากเนื้อหาใหม่และยากขึ้น นักเรียน
ขาดความรู้พื้นฐาน นักเรียนยังไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ บางคนทราบว่าแก้ปัญห
อย่างไร แต่เขียนเป็นลำดับขั้นตอนไม่ได้ บางคนจำรูปแบบทั่วไปในการใช้ในการแก้ปัญหาของ
ลอการิทึมสามัญและแอนติลอการิทึมสลับกัน เนื่องจากมีความคล้ายกัน ทำให้นักเรียนวางแผน
ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ส่งผลให้แสดงวิธีการแก้ปัญหาในขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
ด้วย ดังนั้นจึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องตามมา นักเรียนไม่สามารถระบุสูตร รูปแบบ หลักการ หรือ
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาที่ได้มาจากการเรียนรู้ในคาบนั้น ๆ หรือความรู้จาก
ประสบการณ์เดิม นักเรียนบางคู่ไม่ช่วยเพื่อนคิดในการแก้ปัญหา และใช้เวลาในการทำกิจกรรม
นานทำให้เวลาไม่เพียงพอ ส่งผลให้การฝึกการแก้โจทย์ปัญหาน้อย ดังนั้น การพัฒนาให้นักเรียน
มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้นนั้น (สมบัติ การจนารักษ์พงศ์, 2547)
ปรีชา เนาว์เย็นผล ได้มีแนวคิดว่านักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนกับปัญหาที่หลากหลายและมี
โครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกัน ฝึกทำอยู่เป็นประจำจนเกิดความชำนาญ นักเรียนจะได้มี

ประสบการณ์ในการเลือกยุทธวิธีเพื่อที่จะนำไปใช้กับการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2537)

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ในวงจรปฏิบัติการนี้ ผู้วิจัยใช้การจัดการจัดการการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เช่นเดิม และได้เพิ่มกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้สื่อ เป็นวิดีโอแสดงตัวอย่างการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นแทนการเขียนบนกระดาน เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนขึ้นในการแก้ปัญหาและเป็นการกระชับเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้ใช้เวลาในการฝึกฝนทำโจทย์มากขึ้น ครูผู้สอนกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับเวลาในการทำงาน กำหนดเวลาที่ชัดเจน จากการทำกิจกรรมเปลี่ยนจากการทำใบงานเป็นคู่เป็นทำใบงานเดี่ยว ส่วนใบกิจกรรมให้นักเรียนสลับกันทำคั่นละข้อโดยให้พูดคุยปรึกษาหารือกันในกลุ่มของตนเอง ซึ่งในวงจรปฏิบัติการนี้ มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แสดงให้เห็นว่า การจัดการจัดการการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ที่มีเทคนิคและสื่อที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้ฝึกคิดคำนวณในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนได้แก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวอย่างที่แสดงให้เห็นในชั้นทำความเข้าใจ ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ โดยมีเพื่อนคอยช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ร่วมกันอภิปรายผลแล้วนำข้อสรุปไปประยุกต์ใช้ในใบกิจกรรม ใบงานและแบบทดสอบ ทำให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออกในการตอบคำถามและกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สิริพร ทิพย์คง ที่กล่าวว่า การอภิปรายร่วมกันในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จะช่วยกระตุ้นนักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ทักษะการเป็นผู้พูดและผู้ฟังตลอดจนทักษะการคิด ซึ่งทำให้นักเรียนมีความรู้คณิตศาสตร์มากขึ้น และยังมีนักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 8.33 ของกลุ่มเป้าหมายที่ยังมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากนักเรียนขาดเรียนบ่อย ไม่ให้ความสำคัญกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่พยายามที่จะเรียนรู้ ทำให้เรียนไม่ทันและไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียน (สิริพร ทิพย์คง, 2545)

จากการวิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่า การใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในรายวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นการจัดกิจกรรมที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน นักเรียนมีการวางแผนก่อนดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาจากประสบการณ์เดิมและการเรียนรู้ในชั้นเรียน แก้ปัญหาจนสิ้นสุดได้คำตอบสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ทั้งนี้การใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น กล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็น นักเรียนที่อ่อนพยายามที่จะเรียนรู้โดยมีนักเรียนเก่งกว่าคอยช่วยสอน มีการทำงานร่วมกันปรึกษาหารือกันเป็นคู่ ช่วยให้นักเรียนได้



พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธัชย วงศ์จันเสื่อ ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (สุธัชย วงศ์จันเสื่อ, 2555) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ รสกมลรัตน์ ศรีภิรมย์ ที่พบว่า ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับแนวคิด DAPIC นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 26.84 คิดเป็นร้อยละ 89.47 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 29 คน คิดเป็นร้อยละ 76.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (รสกมลรัตน์ ศรีภิรมย์, 2563)

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันลอการิธึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยได้ทำการศึกษาก่อนและหลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากการวัดแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในส่วนของเนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน และเป็นความรู้ใหม่ที่ไม่ได้เชื่อมโยงกับความรู้เดิมจึงยังไม่เกิดความคุ้นชินกับปัญหา จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นจุดประสงค์หลักของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาเป็นทักษะกระบวนการที่เป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งหนึ่งในนั้นเป็นการหาคำตอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้นการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลิขิต สุเมธานุสรณ์ ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ลิขิต สุเมธานุสรณ์, 2556) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรกมล บุญรักษา ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 (วรกมล บุญรักษา, 2561)

สรุป/ข้อเสนอแนะ

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.42 คิดเป็นร้อยละ 70.56 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.00 คิดเป็นร้อยละ 70.00 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.04 คิดเป็นร้อยละ 86.81 ของคะแนนเต็ม ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC มีคะแนนเฉลี่ย 11.13 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.94 คิดเป็นร้อยละ 74.17 ซึ่งอยู่ในระดับการประเมินดี

ข้อเสนอแนะ 1) ในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรอธิบายขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจ ควรคำนึงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละคน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนความรู้พื้นฐานเดิมไม่เท่ากัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และมีการเสริมแรงเพื่อกระตุ้นนักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้มีการจัดกิจกรรมไปตามวัตถุประสงค์ 2) ในการศึกษาค้นคว้าต่อไปควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหาหรือบทประยุกต์ เช่น การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้โจทย์ปัญหาความน่าจะเป็น เป็นต้น และควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในการพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ธัญญา แนวดวง. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ที่มีต่อเมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 20(1), 29-41.



- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 13 นวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2556). ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 9 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.
- รศกมลรัตน์ ศรีภิรมย์. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้ รูปแบบ SSCS ร่วมกับแนวคิด DAPIC. ใน เอกสารการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ลิขิต สุเมธานุสรณ์. (2556). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการจัดการ เรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของโพลยา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ใน วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วรกมล บุญรักษา. (2561). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ใน วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2547). 29 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย: การเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ธารอักษร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.) จำกัด.
- สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ. (2555). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ใน วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (1988). The action research planner. (3rd ed.). Victoria: Deakin University Press.

Meier, S. L. et al. (1996). Problem solving: Teachers' perceptions, content area, model, and interdisciplinary connection. *School Science and Mathematics*, 96(5), 230-237.