

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
ต่อการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับแบบปกติ

Comparisons of Learning Achievement, Analytical Thinking, and Achievement Motivation
of Third Grade Students toward to Mathematics Learning Management
with Parabola content between Learning Management Heuristic and Normal Method

ฐิติกรณ์ นากูมา¹
ประเสริฐ เรือนนงการ²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) หาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์กลุ่มสาระคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นห้องทดลอง 1 ห้อง จำนวน 40 คน และห้องควบคุม 1 ห้อง จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง พาราโบลาอย่างละ 6 แผน ทำการสอนแผนละ 2 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 มีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.86 (3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายรายข้อ (p) ตั้งแต่ 0.34 - 0.48 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.25 - 0.67 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (KR-20) เท่ากับ 0.89 และ (4) แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับจำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy}) ตั้งแต่ 0.30 - 0.63 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.83 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วย Hotelling's T²

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.82/77.42 และ 81.98/75.08 ตามลำดับ
2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพาราโบลา มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7065 และ 0.6687 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
3. นักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพาราโบลา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

¹นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

โดยสรุป การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่จะช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพาราโบลา ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการเรียน ดังนั้น จึงควรส่งเสริมสนับสนุนให้ครูนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อไป

คำสำคัญ : ฮิวริสติกส์ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

Abstract

The purposes of this research were :(1)find out efficiencies of Mathematics learning plan of third grade between learning management heuristic and normal method with criterion 75/75,(2) find out the effectiveness indices of learning management heuristic and normal method and(3) compare learning achievement, analytical thinking abilities and achievement motivation between learning management heuristic and normal. The sample used in the research consisted of 80 Matthayomsueksa 3 students from 2 classes at Rongkham school, Rongkham district, Kalasin province, in the second semester of the academic year 2015, obtained using the cluster random sampling technique. The instruments used for the study comprised of : (1) two types of learning plans as mentioned 6 plans each, for 2 hours peyplan ; (2) learning achievement test with discriminating powers ranging 0.20 – 0.80, and a reliability of .86 ; (3) analytical thinking ability test with difficulties ranging 0.34 - 0.48, discriminating powers ranging 0.25 - 0.67, and a reliability of 0.89 (4) achievement motivation questionnaire with discriminating powers ranging 0.30 - 0.63, and a reliability of 0.83. The statistics used for analyzing data were percentage, mean, standard deviation, and Hotelling's T^2 .

The results of the study were as follows:

1. The heuristic learning management and normal learning management for Mathayomsueksa 3 level in mathematics learning had efficiencies (E_1/E_2) of 84.82/77.42 and 81.98/75.08, respectively.

2. The heuristic learning management and normal learning management for Mathayomsueksa 3 had the effectiveness indices of 0.7065 and 0.6687, respectively.

3. The students who learned after using management in heuristic learning activities had achievement, analytical thinking abilities and achievement motivation higher than those learned after using normal activities at the 0.05 level of significance.

In conclusion, The heuristic learning management were effective and appropriate to gain learning achievement, analytical thinking abilities and achievement motivation toward learning of students. Therefore should encourage the teachers to implement these approaches in social studies learning more appropriately.

Keywords : Heuristic, Analytical Thinking Abilities, Achievement Motivation.

บทนำ

การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษา

วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกายจิตใจสติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข(กรมวิชาการ, 2551 : 56) ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์พบว่าผู้เรียนไม่สามารถบรรลุการเรียนรู้ตามที่มุ่งหมายไว้ทั้งนี้เนื่องมาจากปัญหาเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์เท่าที่ผ่านมาการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนยังไม่เหมาะสมกับผู้เรียนทำให้ผู้เรียนขาดความสุขและจินตนาการในการเรียนการสอนซึ่งจะต้องใช้เทคนิคที่หลากหลายจึงจะช่วยส่งเสริมการคิดของผู้เรียนและพัฒนาสมองสองซีกให้สมดุลเพื่อเป็นคนเก่งที่มีสุข (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั้น, 2542 : 26) การแก้ปัญหาทางการเรียนการสอนมีหลายวิธีแต่วิธีที่เหมาะสมได้แก่ครูผู้สอนจะต้องรู้จักหลักการพื้นฐานในการสอนมีการวางแผนการเตรียมการสอนรู้จักเลือกรูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ซึ่งสิ่งที่สำคัญยิ่งของการสอนคือการมุ่งให้ผู้เรียนทุกคนบรรลุผลการเรียนรู้ในระดับสูงการที่จะสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการสอนหรือทำได้ใกล้เคียงครูผู้สอนจะต้องพัฒนาการสอนของตนให้มีคุณภาพมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการจัดการศึกษา(บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 1) รวมทั้งต้องให้ความสำคัญควรคิดหาวิธีพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมในการดำเนินชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นิราศ จันทจร, 2553 : 11) ซึ่งเรื่องของการคิดและการสอนคิดเป็นเรื่องที่จัดว่าสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษาประเทศต่างๆหันมาศึกษาในเรื่องของการพัฒนาผู้เรียนให้เติบโตขึ้นมาอย่างมีคุณภาพในทุกๆด้านทั้งด้านสติปัญญาคุณธรรมและการเป็นพลเมืองดีของประเทศการพัฒนาการคิดหรือสติปัญญาจึงดูจะเป็นด้านที่ได้รับความเอาใจใส่สูงสุดเนื่องจากเป็นด้านที่เห็นผลเด่นชัด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550 : 16) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของเมดเวเดวา (Medvedeva อ้างถึงใน Stillman, 2007 : 21-22) ได้ศึกษาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์(Heuristic) ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 พบว่าการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristic) ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ซึ่งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์(Heuristic) เป็นแนวคิดหนึ่งในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอีกทั้งการให้นักเรียนคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristic) ช่วยในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาต่างๆในการเรียนได้และมีผลการวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศที่ระบุชี้ชัดว่าการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristic) ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและมีการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ ทำให้นักเรียนรู้ต้นเหตุของปัญหา สามารถสร้างปัญหาออกจากปัญหาที่พบเพื่อทำให้นักเรียนนั้นง่ายขึ้น เชฟฟิลด์ (Sheffield, 2009 : 1) จึงกล่าวได้ว่าการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์(Heuristic) เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยในเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ตลอดจนสามารถช่วยการแก้ปัญหาที่ต้องการ

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristic) กับแบบปกติ เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน ของนักเรียนและใช้เป็นแนวทางต่อการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้และพัฒนาการเรียนรู้ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา จำนวน 340 คน จากห้องเรียน 9 ห้องปีการศึกษา 2558 โรงเรียนร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 24 โดยที่โรงเรียนร่องคำได้จัดนักเรียนในแต่ละห้องแบบละความสามารรถ เก่ง อ่อน และปานกลาง

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้อง ประกอบด้วย กลุ่มทดลอง 1 ห้อง จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง จำนวน 40 คน ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม(Cluster Random Sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ 2 วิธี ดังนี้

3.1.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์

3.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) มีดังนี้

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.2.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 3 ชนิด ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเรียงลำดับเนื้อหาสาระที่สอนแบ่งเป็น 2 ฉบับ ฉบับละ 6 แผน ทำการสอนแผนละ 2 ชั่วโมง ได้แก่ แผนการสอนแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และแผนการสอนแบบปกติ

2. แบบทดสอบมี 2 ฉบับ แต่ละฉบับเป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 ข้อ

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 ข้อ

3. แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับจำนวน 20 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์เรื่องพาราโบลาและการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้สถิติทดสอบHotelling's T² ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ

ผลการเรียนรู้	วิธีการเรียนรู้	\bar{X}	S.D.	N
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา	ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์	23.23	1.49	40
	แบบปกติ	22.53	1.28	40
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์	14.40	1.32	40
	แบบปกติ	12.08		40
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์	4.51	0.12	40
	แบบปกติ	4.33	0.14	40

จากตาราง 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีค่าเฉลี่ย 23.23 กลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ย 22.53 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีค่าเฉลี่ย 14.40 กลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเฉลี่ย 12.08 และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์กลุ่มที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีค่าเฉลี่ย 4.51 และกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเฉลี่ย 4.33

ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ตัวแปรตาม	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การคิดวิเคราะห์	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1.000	-	-
การคิดวิเคราะห์	0.572*	1.000	-
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	0.593*	0.807*	1.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับวิธีสอนต่างกันคือแบบการแก้ปัญหาแบบปลายเปิด (Heuristic) กับนักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ จึงใช้การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามด้วยสถิติทดสอบ Hotelling T²

ตาราง 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พาราโบลา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และแบบปกติ

สถิติทดสอบ	Value	Hypothesis Df	Error df	F
Pillai's Trace	.480	3	76	23.385*
Wilk's Lambda	.520	3	76	23.385*
Hotelling's Trace	.923	3	76	23.385*
Roy's Largest Root	.923	3	76	23.385*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่าง นักเรียนที่เรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติวิชาคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.82/77.42 และ 81.98/75.08 ตามลำดับสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องพาราโบลาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 0.7065 และ 0.6687

อภิปรายผล

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่าง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับแบบปกติ สามารถอภิปรายผลดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เรื่องพาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ(E1/ E2) เท่ากับ 84.82/77.42 หมายความว่านักเรียนทั้งหมดได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำใบงาน การสังเกตพฤติกรรมการเรียน และการทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ออกเป็นร้อยละ 84.82 และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 77.42 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 75/75 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เน้นการจัดการจัดการเรียนรู้ออกเป็นร้อยละให้ผู้เรียนได้สื่อสารและปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกถึงแนวคิดในการให้เหตุผล และการแก้ปัญหา มีการอภิปราย การแสดงความคิดเห็นทั้งเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่ม นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีการแลกเปลี่ยนความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนให้สนุกสนาน นักเรียนในกลุ่มได้มีการช่วยเหลือกันในการทำให้

สมาชิกในกลุ่มทุกคนมีความเข้าใจในวิธีดำเนินการแก้ปัญหาที่กลุ่มได้ร่วมกันสร้างขึ้นนอกจากนั้นครูจะใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการ แก้ปัญหาเพิ่มเติม นักเรียนพยายามค้นหาวิธีการใหม่ที่แตกต่างจากวิธีการเดิม ครูจะเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อสร้างแนวคิดที่หลากหลายให้นักเรียน ให้นักเรียนช่วยกันหาแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ ทำให้นักเรียนมีทักษะในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากยิ่งขึ้นเป็นไปตามแนวคิดแบบ ฮิวริสติกส์ ของ Simon and Newell (1971 : 72-93) สรุปว่าการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristic) นี้ ครูและนักเรียนควรร่วมกันส่งเสริมให้เกิดการคิด การสำรวจตรวจค้น และการตรวจสอบโดยเน้นให้นักเรียนใช้คำถามต่าง ๆ ด้วยตนเองต่อเนื่องจากคำถามของครู ทั้งนี้ก่อนที่ครูจะถามคำถามนักเรียน ครูควรลองใช้คำถามนั้น ๆ กับเพื่อนครูก่อน เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ ก่อนที่จะอ่านเฉลยเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งการเตรียมตัววิธีนี้จะทำให้ครูเข้าใจคำตอบของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้นในเหตุผลหลากหลายแง่มุมของนักเรียน การใช้ตัวแทน และความสัมพันธ์ที่อาจจะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในวิธีการหาคำตอบของนักเรียน การคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristic) จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนกล้าตั้งคำถาม กล้าตั้งประเด็นที่น่าคิดและท้าทายสมอง ตลอดจนกล้าที่จะตั้งปัญหาสำรวจตรวจค้นต่อไปซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริวิธ เถนทวี(2557) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.90/78.57 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมตามคู่มือครู

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เรื่องพาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7065 แสดงว่านักเรียนมีคะแนนในการเรียนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 70.65 ซึ่งมีความก้าวหน้าหรือเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ นั้นเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาโดยมีการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาการแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นประเด็นย่อยๆเพื่อศึกษาในแต่ละประเด็นที่ระบุไว้โดยพิจารณาจากความรู้เดิมหรือวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละคาบมีการวิเคราะห์ในแต่ละประเด็นย่อยเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการโดยนักเรียนเป็นผู้พิจารณาวิธีในการศึกษาเนื้อหาและแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การผลลัพธ์หรือคำตอบที่ต้องการอย่างสมเหตุสมผลมีการมองย้อนกลับอย่างสมเหตุสมผลโดยครูให้นักเรียนพิจารณาผลลัพธ์หรือคำตอบนั้นแล้วมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่เรียนหรือปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและสมเหตุสมผล โดยเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการศึกษาหรือหาคำตอบและตัดสินใจวิธีที่เป็นไปได้โดยนักเรียนพิจารณาข้อดีข้อจำกัดของแต่ละวิธีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปร่วมกันถึงทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาและหาคำตอบและยังสอดคล้องกับขั้นตอนของแนวคิดของ Bransford and Stain (1984 : 1-7) ที่ได้เสนอขั้นตอนของ ฮิวริสติกส์ในการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา (Identify the problem) กำหนดและแยกแยะปัญหา (Define and represent the problem) กำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา (Explore possible solution strategies) การดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (Act on the strategies) และการมองย้อนกลับในแต่ละขั้นและประเมินผล (Look back and evaluate) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกัลยา ปัญญาวัฒน์ธนกุล (2556) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยในการสอบหลังเรียนมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.04 คิดเป็นร้อยละ 86.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเชื่อมโยงและหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการวิเคราะห์วิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมาย หรือผลลัพธ์ที่ต้องการและการพิจารณาหาผลสรุปที่ได้ตั้งนั้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับงานวิจัยของนพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล (2555) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ 4 ขั้นตอนของสเติร์นเบิร์ก และแนวคิดฮิวริสติกส์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชราภรณ์ ทองนาค (2559) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากการวิจัย พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เมื่อนำไปใช้แล้วทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เพิ่มขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีประสิทธิผลเพิ่มมากขึ้น เหมาะกับนักเรียน ที่มีความสามารถ ปานกลาง และเก่ง โดยผู้ที่จะนำไปใช้จะต้องศึกษาแนวคิด หลักการ ขั้นตอนวิธีการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับผู้เรียน

1.2 ครูผู้สอนที่นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ไปสอนควรวางแผนและเตรียมตัวให้พร้อมก่อนทำการสอน เช่น การศึกษาทำความเข้าใจผู้เรียน การจัดเตรียมสภาพแวดล้อม การฝึกใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด และควรมีการเสริมแรง พร้อมทั้งมีการอธิบายขั้นตอนตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ให้กับผู้เรียนอย่างละเอียดและชัดเจนพร้อมทั้งยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาอย่างง่ายเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างถูกต้อง

1.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์การให้เหตุผลและสามารถพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติควรนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์เนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ได้ทุกระบบ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรให้มีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ระบบสมการเชิงเส้น อสมการ ฯลฯ

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เช่น เจตคติ ความรับผิดชอบ ความคงทนในการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ ในหน่วยการเรียนรู้และระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

2.3 ควรมีการนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ ไปใช้บูรณาการร่วมกับการเรียนการสอนในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กัลยา ปัญญาวัฒน์ธนกุล. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะ การคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1*. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 2556.
- นิราศ จันทระจิตร. (2553). *การเรียนรู้ด้านการคิด*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล. (2555). “การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ 4 ขั้นตอนของสเติร์นเบิร์ก และแนวคิดฮิวริสติกส์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6,” *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 14(1) :มกราคม – เมษายน.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- พัชราภรณ์ ทองนาค. (2559). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มม้น. (2542). *แนวการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างเสริมคุณลักษณะดีแก่มีสู่*. กรุงเทพฯ : กองวิจัยทางการศึกษากกรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ.
- ศิริริน เกณทวี. (2557). “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1,” *วารสารบัณฑิตวิทยาลัยพิษณุพนธ์*. 9(1) : 130 มกราคม-มิถุนายน.
- Bransford, G., and Stains, J. (1984). *Reassessing the Role of Collaboration Writing in Advanced Composition*. Online. Available from: [Ericdb.com/research/info.htm](http://ericdb.com/research/info.htm)
- Sheffield, L. J. (December 11, 2005). *Using Creativity Techniques to Add Depth and Complexity to the Mathematics Curricula*.
- _____. (June 8, 2009). *RE: Using the Heuristic for Developing Mathematical Creativity for Thai student*.
- Simon, H., and Newell, A. Human problem solving: the state of the theory in 1970. (1971). http://en.wikipedia.org/wiki/American_psychologist. Online. Available from: [Rg/wiki/Problem_solving](http://en.wikipedia.org/wiki/Problem_solving)
- Stillman, S. R. (2007). *Strategies for Teaching Content and Thinking Skills*. Boston :Allyn and Bacon.