

การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์
โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติ
ที่มีผลต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน

Comparisons of effects of learning socioscientific issues using the mixed methods
based on brain-based learning method and the traditional learning method
on argumentation and analytical thinking of Mathayomsuksa 2 students
with different self-directed learning

สุนัย อิมอูร์จิง^{*1} บุษรา ยงค์คำชา^{**2} และจิระพรรณ สุขศรีงาม^{***3}

¹โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

^{2,3}คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

E-mail: Sunai.im.msu@gmail.com

Received: June 22, 2018; Revised: August 18, 2018; Accepted: August 20, 2018

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติ ที่มีผลต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน จำนวน 60 คน จาก 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 30 คน เรียนแบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานและกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 30 คน เรียนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการโต้แย้ง 3) แบบวัดการคิดวิเคราะห์ และ 4) แบบสอบถามการนำตนเองในการเรียนรู้ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .32 - .85 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ .87 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ การทดสอบทีแบบกลุ่มสัมพันธ์ และการทดสอบเอฟ

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้สูงและนักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่ำ หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานมีการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งเพิ่มขึ้นจากการสอบ ครั้งที่ 1-4 และนักเรียนโดยส่วนรวมมีการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($p \leq .001$) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานมีความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน มากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบปกติ ($p \leq .003$)

คำสำคัญ: ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานการนำตนเองในการเรียนรู้

Abstract

This research aimed to compare effects of socioscientific issue learning between the mixed methods based on brain-based learning and the traditional learning method on argumentation and analytical thinking of 60 Mathayomsuksa 2 students with different self-directed learning. The cluster random sampling technique was used to divide students into 2 groups. The first group of 30 students experienced mixed method based

on brain-based learning. The second group of 30 students experienced traditional learning method. The research instrument included of 1) the plans, 2) argumentation tests, 3) an analytical thinking abilities test with a difficulty value from 0.56-0.63, a discrimination value from 0.25-0.50 and a reliability value equivalent to 0.94, and 4) a self-directed learning questionnaire test with a discrimination value from 0.32-0.85 and a reliability value equivalent to 0.87. The collected data were analyzed for testing hypotheses using the paired t-test and the F-test (Two-way MANCOVA and ANCOVA).

The research findings found that the students as a whole and as classified according to self-directed learning who experienced the mixed methods based on brain-based learning in socioscientific issues showed developments of argumentation abilities from the 1st test to the 4th test and that the students as a whole gains in analytical thinking abilities in general and in each of 3 subscales from before learning ($p \leq .001$). And, the students who experienced the mix methods based on brain-based learning in socioscientific issues showed more argumentation abilities and analytical thinking in overall and in 3 subscales than the counterpart students ($p \leq .003$).

Keywords: Socioscientific issues, Based on Brain-Based Learning Method, Self-Directed Learning

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกยุคปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2544) วิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผล (Finley 1983) วิทยาศาสตร์ทำให้คนมีความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) (ไพฑูริย์สุขศรีงาม 2530) ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issue) เป็นประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่ถกเถียงกันในเรื่องอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้องเหมาะสมของแนวคิดกระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ (Sadler 2002) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์การสอนวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issue) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและยังหาข้อสรุปไม่ได้ อาจทำได้หลายรูปแบบ ครูอาจใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบรรยาย การอภิปรายหรือการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้ (Constructivism) โดยเชื่อว่าสมองมนุษย์ไม่ได้ว่างเปล่า (Blank Slate) ที่คอยดูดซับสิ่งที่เรียนรู้และบันทึกข้อสนเทศที่ได้รับ (Osborne and Wittrock 2004) ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ความหมายด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้ ความคิดที่มีอยู่ก่อนแล้ว

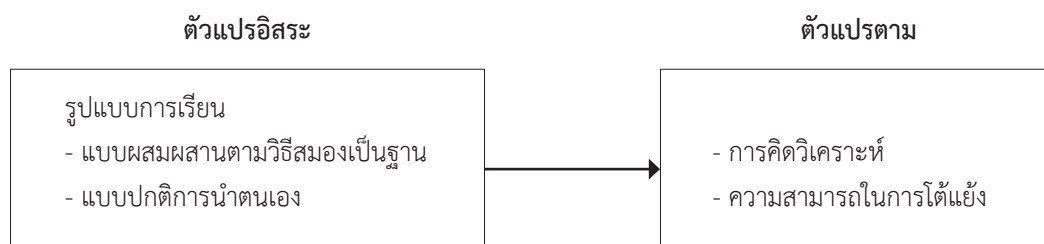
(Hewson 1988; Wheatley 1991) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issue) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและยังหาข้อสรุปไม่ได้ (Reis 2009) อาจทำได้หลายรูปแบบ ครูอาจใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์บรรยาย การอภิปรายหรือการสืบเสาะหาความรู้ได้ นอกจากนี้ยังมีรูปแบบการเรียนการสอนอีกแบบหนึ่ง ที่เน้นนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง นั่นคือการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน คือการเรียนรู้กับโครงสร้าง และหน้าที่ของสมองส่วนต่างๆ วยต่างๆ กัน トラบใดที่สมองไม่ถูกขัดขวางการดำเนินหน้าที่ที่ตามปกติ การเรียนรู้ก็จะดีขึ้น มีความรู้ที่เก็บไว้ได้นาน เรียกมาใช้ได้ทันที ครูต้องยึดหลักการทำงานของสมอง ที่จะต้องใช้กระบวนการทบทวน แบบถักทอ ทำให้ข้อมูลที่รับเข้ามาสัมผัสได้ มีความหมาย มีความสำคัญต่อเขา มีอารมณ์ทางบวก ข้อมูลและความรู้ที่สร้างขึ้นมานี้จะเก็บไว้ได้นาน เป็นความรู้ที่นำไปไว้ในความจำระยะยาว ความรู้ที่ดีจะจำได้นาน เรียกใช้ได้ทันที เมื่อมีการทบทวนความรู้เดิม การทบทวนซ้ำบ่อย และการนำความรู้เดิมไปสัมพันธ์เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้กว้างขวางขึ้น การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นหรือในงานวิจัยนี้เรียกว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐานของนักการศึกษาแต่ละกลุ่มมีความแตกต่าง

กันในเรื่องขั้นตอนการจัดกิจกรรม ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาว่าระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน จะสามารถพัฒนาในด้านการคิดวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องและพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม การเรียนการสอนประเด็นปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนรูปแบบผสมผสานตามรูปแบบสมองเป็นฐานกับการเรียนโดยวิธีสอนปกติ รูปแบบใดจะมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามรูปแบบสมองเป็นฐานกับการเรียนโดยวิธีสอนปกติ ที่มีผลต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน เพื่อหาแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการนำไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพและพัฒนาผู้เรียนให้สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 261 คน จาก 7 ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

ของนักเรียนโดยส่วนรวม และจำแนกตามรูปแบบการเรียนรู้

2. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ของโดยส่วนรวม และจำแนกตามรูปแบบการเรียนรู้

3. เปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ต่างกัน

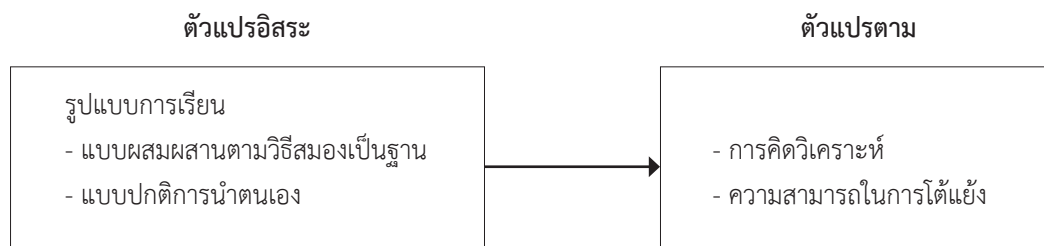
สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนโดยส่วนรวม ที่เรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยรูปแบบการเรียนแบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติมีการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ต่างกัน มีความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ที่ต่างกัน และเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ต่างกัน หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน

ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน โดยได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ตัวแปรที่ใช้ศึกษา



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐาน (BBL) กับการเรียนแบบปกติ อย่างละ 3 แผน ใช้เวลาแผนละ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ จำนวน 3 เรื่อง ดังนี้

- 1.1 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน
- 1.2 พืชดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs)
- 1.3 การตัดต้นไม้เพื่อสร้างถนน

2. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ มี 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ และด้านการวิเคราะห์หลักการ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 45 นาทีที่มีค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.56-0.63 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.25 – 0.50 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94

3. แบบวัดความสามารถในการโต้แย้งเป็นแบบชนิดเขียนตอบ จำนวน 4 ชุดๆละ 4 ข้อ ดังนี้ ชุดที่ 1 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน ชุดที่ 2 พืชดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs) ชุดที่ 3 การตัดต้นไม้เพื่อสร้างถนน ใช้เวลา 30 นาที ชุดที่ 4 การเผาตอซังข้าว ใช้เวลา 60 นาที

4. แบบสอบถามการนำตนเองในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 60 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.32-0.85 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ 0.87

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ (สมนึก ภัททิยธนี 2544) และ การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้สูตรของ

Kuder-Richardson (KR-20) (สมนึก ภัททิยธนี 2544)

3. สถิติที่ใช้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้แก่

3.1 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์ โดยใช้ Pearson's Correlation (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม 2553)

3.2 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของประชากร (Homogeneity of Variance) โดยใช้สูตร Levene's Test Statistic (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม 2553)

3.3 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ความชันของการถดถอย (Homogeneity of Regression Slope) โดยใช้ F-test (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม 2553)

3.4 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมตริกความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วมของประชากร (Homogeneity of Variance - Covariance Matrices) โดยใช้ Box's M. Method การทดสอบเอฟ (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม 2553)

4. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐาน ได้แก่ Paired t-test (จิระพรรณ สุขศรีงาม 2536) และ F-test (Two-way MANCOVA และ ANCOVA) (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม 2553)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหาสารคามไปขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จังหวัดมหาสารคาม เพื่อขออนุญาตทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ผู้วิจัยจับสลากนักเรียนเพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

ทดลอง เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบปกติ เกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์

3. ผู้วิจัยทำการนำแบบวัดการนำตนเองในการเรียนรู้ไปสอบนักเรียนตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม แล้วแบ่งนักเรียนเป็นนักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้สูงและนักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่ำ โดยใช้คะแนนเฉลี่ยจากการตอบแบบวัดการนำตนเองในการเรียนรู้ที่ได้ ปรับให้อยู่ในรูปของคะแนนมาตรฐาน T-score ได้แก่ กลุ่มที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้สูง มีคะแนน T-score ตั้งแต่ 50 คะแนนขึ้นไป และกลุ่มที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่ำ มีคะแนน T-score ต่ำกว่า 50 คะแนน แล้วนำคะแนนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไปทดสอบความแตกต่างทางสถิติ

4. ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน กับนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนแบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานและนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ โดยใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์

5. ผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาที่ใช้สอนเท่ากัน สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมใช้เวลากลุ่มละ 9 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการโต้แย้ง

1.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการโต้แย้งพบว่า นักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้สูง นักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่ำและนักเรียนโดยส่วนรวม หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐาน มีการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งจากการสอบครั้งที่ 1-4 เพิ่มขึ้นตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียนที่จำแนกตามการนำตนเองในการเรียนรู้และโดยส่วนรวม ที่เรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐาน

ประเด็นที่ใช้ในการโต้แย้ง	นักเรียนกลุ่มสูง (n=18)		นักเรียนกลุ่มต่ำ (n=12)		นักเรียนโดยส่วนรวม (n=30)	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
1. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน	4.22	.43	4.00	.43	4.13	.43
2. พืชดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs)	4.56	.51	4.25	.453	4.43	.50
3. การตัดต้นไม้เพื่อสร้างถนน (ก่อนเรียน)	6.39	.98	5.00	1.04	5.83	1.20
4. การเผาตอซังข้าว (หลังเรียน)	7.17	.71	6.50	1.00	6.90	.88

1.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบปกติ พบว่านักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้สูง นักเรียนที่มีการนำ

ตนเองในการเรียนรู้ต่ำและนักเรียนโดยรวม มีการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งจากการสอบครั้งที่ 1-4 เพิ่มขึ้นตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียนที่จำแนกตามการนำตนเองในการเรียนรู้และโดยส่วนรวม ที่เรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบปกติ

ประเด็นที่ใช้ในการโต้แย้ง	นักเรียนกลุ่มสูง (n=18)		นักเรียนกลุ่มต่ำ (n=12)		นักเรียนโดยส่วนรวม (n=30)	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
1. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน	4.33	.48	3.17	1.11	3.87	.97
2. พืชดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs)	5.00	.59	4.08	.29	4.63	.67
3. การตัดต้นไม้เพื่อสร้างถนน (ก่อนเรียน)	5.39	.50	4.42	.51	5.00	.69
4. การเผาต่อขังข้าว (หลังเรียน)	6.00	1.14	4.58	.51	5.43	1.16

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การคิดวิเคราะห์

2.1 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์โดยรวม และรายด้านก่อนเรียนและหลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมอง

เป็นฐาน พบว่า นักเรียนโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐาน

การคิดวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน (n=30)			หลังเรียน (n=30)			t
		$\bar{X}$	S	ร้อยละ	$\bar{X}$	S	ร้อยละ	
1. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	10	5.13	1.59	51.33	7.17	1.15	71.67	-7.119*
2. ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ	10	5.63	1.94	56.33	7.87	1.22	78.67	-5.502*
3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ	10	5.13	1.89	51.33	7.03	.85	70.33	-6.57
โดยรวม	30	15.90	4.72	52.99	22.07	2.36	73.55	-7.32

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์โดยรวม และรายด้านก่อนเรียนและหลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบปกติพบว่า นักเรียนโดย

ส่วนรวมมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนโดยส่วนรวม โดยใช้การเรียนรู้แบบปกติ

การคิดวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน (n=30)			หลังเรียน (n=30)			t
		$\bar{X}$	S	ร้อยละ	$\bar{X}$	S	ร้อยละ	
1. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	10	5.40	1.50	54.00	6.57	1.85	65.67	-5.299*
2. ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ	10	5.90	1.54	59.00	7.17	1.55	71.67	-4.407*
3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ	10	5.47	1.25	54.67	6.50	.94	65.00	-6.360*
โดยรวม	30	16.77	3.24	55.89	20.23	3.60	67.44	-7.468*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ต่างกัน มีความสามารถในการโต้แย้งและคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) โดยนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานมีความ

สามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน มากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ ($p \leq .003$) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์โดยรวมหลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ต่างกัน

Univariate Test						
ความสามารถในการคิดโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Partial Eta Squared
การโต้แย้ง	ทดสอบก่อนเรียน	22.438	1	22.438	32.273*	.362
	รูปแบบการเรียนรู้	11.180	1	11.180	16.080*	.220
	ความคาดเคลื่อน	39.629	57	.695		
การคิดวิเคราะห์	ทดสอบก่อนเรียน	123.452	1	123.452	17.006*	.230
	รูปแบบการเรียนรู้	68.235	1	68.235	9.400	.142
	ความคาดเคลื่อน	413.781	57	7.259		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้สูง นักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่ำและนักเรียนโดยส่วนรวม หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานและใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ มีการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งเพิ่มขึ้นจากการสอบ ครั้งที่ 1-4

2. นักเรียนโดยส่วนรวม หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานและใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ มีการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($p < .001$)

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐาน หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน มากกว่านักเรียนที่เรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบปกติ ($p < .003$)

อภิปรายผลการวิจัย

1. นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้สูงและนักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่ำ หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐาน มีการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งเพิ่มขึ้นจากการสอบครั้งที่ 1-4 ซึ่งบางส่วนสอดคล้องกับผลการศึกษาศึกษาการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิชรตอค์ติ 2558) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (สุนันทา บุญโนนแต่ 2558) ซึ่งพบว่านักเรียนโดยส่วนรวม มีการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน การที่ ผลวิจัยปรากฏเช่นนี้ อาจเนื่องจากการเรียนโดยวิธีผสมรูปแบบหนึ่งของการสอนแบบสืบเสาะซึ่งเป็นกระบวนการทางสติปัญญา (Intellectual Procedures) ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความหมาย (meaning) ด้วยตนเองเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อ

ค้นหาข้อมูล นักเรียนจำเป็นต้องใช้สติปัญญา ทำให้เกิดการคิดขั้นสูง พร้อมกับมีหลักฐานสนับสนุนยืนยัน (Simon and others 2006) ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตามกลุ่มสร้างสรรค์ทางสังคม (Social constructivism) (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม 2550) และเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) (Gibson and Chase 2002) ที่เน้นความรู้เป็นเรื่องของสังคม (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม 2550)

2. นักเรียนโดยส่วนรวม หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานมีการคิดวิเคราะห์โดยรวมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ และด้านการคิดวิเคราะห์หลักการ เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($p < .001$) ซึ่งบางส่วนสอดคล้องกับผลการศึกษาศึกษาการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีสมองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (นิตยา ทิพศิริราช 2558) และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (อนงค์นาถ พรหมพินิจ 2558) ซึ่งพบว่านักเรียนโดยส่วนรวม มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยรวมและรายด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน การที่ ผลวิจัยปรากฏเช่นนี้อาจเนื่องจากการเรียนโดยวิธีผสมผสานตามรูปแบบปัญหาเป็นฐานมีการถาม-ตอบ การบรรยาย การระดมสมอง การอภิปรายกลุ่มย่อย การอภิปรายกลุ่มใหญ่ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีโอกาส ได้แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับสิ่งที่เผชิญอยู่ในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง เช่น การโต้แย้ง การคิดวิเคราะห์ สอดคล้องกับแนวคิดของ (Lewis 2003) ที่ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้รู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์จริงช่วยฝึกฝนให้ผู้เรียนจัดการกับประเด็นโต้แย้งอย่างชัดเจนส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคม และในการสอนประเด็นปัญหาการโต้แย้งนั้นได้ใช้ กิจกรรมหลากหลาย เช่น การอภิปรายกลุ่มใหญ่การอภิปรายกลุ่มย่อย การระดมสมอง การใช้สถานการณ์จำลอง การสอนแบบอุปนัย เป็นต้น ซึ่งมีบทบาทต่างๆ กัน เช่น การอภิปรายกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียนและกลุ่มย่อย จึงเป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง (Pedretti 1999; Lewis 2003) ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีผสมผสานตามรูปแบบสมองเป็นฐาน

จึงมีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและการคิด
ขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ ได้เช่นกัน

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสาน
ตามวิธีสมองเป็นฐาน หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่
เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการโต้แย้ง และ
การคิดวิเคราะห์โดยรวม ทั้ง 3 ด้าน มากกว่านักเรียนที่เรียน
ตามการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p .003$)
ซึ่งบางส่วนสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ประเด็น
ปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสม
ผสานตามรูปแบบปัญหาเป็นฐาน (นิตยา ทิพศรีราช 2558)
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งพบว่ามีความสามารถในการ
โต้แย้ง และการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้าน สูง
กว่าการเรียนรู้แบบปกติ และสอดคล้องกับนักเรียนชั้นประถม
ศึกษาปีที่ 6 (ธนวัฒน์ คำเป้าเมือง 2551) ซึ่งพบว่ามีความ
สามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ การ
ที่ผลการวิจัยปรากฏเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากการเรียนโดยใช้
วิธีผสมผสานตามรูปแบบปัญหาเป็นฐานซึ่งเป็นวิธีสืบเสาะ
หาความรู้ เป็นรูปแบบทางสติปัญญา ซึ่งประกอบด้วย
กิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายประกอบกับการใช้
คำถามเพื่อให้ นักเรียนแสดงเหตุผลและคิดสนับสนุนหรือคิด
คัดค้าน ซึ่งนักเรียนต้องมีโอกาสโต้แย้งหรือค้นหาหลักฐาน
และเหตุผลต่างๆ ที่จะใช้อ้างเพื่อทำให้มีความเข้าใจใน
แนวคิดได้ดีขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาความสามารถการคิด
วิเคราะห์ประกอบกับนักเรียนที่เรียนเป็นกลุ่มย่อยได้แลกเปลี่ยน
ความคิดเห็น และได้ข้อสรุปของกลุ่มเพิ่มขึ้น ตาม
แนวคิดกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้เชิงสังคมซึ่งกิจกรรมดังกล่าว
มีส่วนสนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาการ
โต้แย้งและคิดวิเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ
ผลการศึกษาของJimenez-Alexandre และคณะ (2001)
พบว่า การอภิปรายกลุ่มย่อย และการอภิปรายทั้งชั้นของ
นักเรียนอายุ 15 ปี เกี่ยวกับประเด็นปัญหา และบทบาทของ
ครูในการสร้างบรรยากาศของความเชื่อมั่นใจ ช่วยกระตุ้น
ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงการสนับสนุนความคิดเห็นของ
ตนเอง

ข้อเสนอแนะ

1. ครูควรสำรวจประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ
ก่อนการเรียน แล้วนำเรื่องนั้นมาจัดการเรียนการสอนและ
ครูควรฝึกให้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบอัตโนมัติบ่อยๆ ซึ่งมี
ส่วนช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองได้ดี

2. ควรเพิ่มเวลาให้นักเรียนได้มีเวลาศึกษาค้นคว้า
มากขึ้น ครูมอบให้นักเรียนค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องจาก
สิ่งที่ครูกำหนดเพิ่มเติม โดยให้จัดสื่อที่เกี่ยวข้อง เช่น
คอมพิวเตอร์

ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

ควรทำวิจัยเรื่องเดิมแต่ใช้เวลาให้มากขึ้น เช่น 1
ภาคเรียน หรือปรับช่วงการสอนแต่ละสัปดาห์ให้เสร็จ
2 ชั่วโมง และเพิ่มเวลาเรียนให้มากกว่า 3 สัปดาห์ เป็นต้น
เพื่อให้ได้ข้อมูลของการคิดระดับสูงและความน่าเชื่อถือของ
ผลวิจัยต่อไปมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วย
ความเรียบร้อยโดยได้รับความช่วยเหลือแนะนำอย่างดียิ่งจาก
อาจารย์ ดร.บุษรา ยงคาชา รองศาสตราจารย์จิระพร
สุขศรีงาม รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติไทย แก้วทอง และรอง
ศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สุขศรีงาม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา
แนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ด้วยความเอาใจใส่เป็น
อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้
 ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- จิระพรพร สุขศรีงาม. **ชีวิตสถิติเบื้องต้น**. มหาสารคาม:
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาสารคาม, 2536.
- ธนวัฒน์ คำเป้าเมือง. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์แรงจูงใจ
ใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูป
สี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)
กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ**.
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม, 2551.

นิตยา ทิพศรีราช, ปัทมาวดี ปาสาจะ, และภูวดล โภมณเทียร. “การเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์จากการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐาน และวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกัน,” **วารสารช่อพะยอม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**. 26, 2 (มกราคม 2558): 109-123.

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. ปรัชญาการศึกษากับการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา. **วารสารวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอน**. 2, 1 (มกราคม-มิถุนายน.2530): 1.

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. การเรียนรู้ตามกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. เอกสารแนะนำโปรแกรม SPSS : เอกสารประกอบรายวิชา 1601501 Statistic methods for sciences and health sciences. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.

วิชชุด อักติ. การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐานกับวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีผลต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ, 2544.

สมนึก ภัททิยธานี. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กทม.: ประสานการพิมพ์, 2544.

สุนันทา บุญโนนแต่ และจีระพรรณ สุขศรีงาม. “การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐาน และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้ง และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”, **วารสารมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์**. 14, 2 (2559): 139-150.

อนงค์นถ พรหมพินิจ, ชาตไทย แก้วทอง, และน้อยเนียมสา. การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐานกับรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลการเรียนฟิสิกส์ต่างกัน. **วารสารช่อพะยอม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**. 27, 2 (2559): 127-138.

Finley, F.N. “Science Process”, **Journal of Research in Science Teaching**. 20,1 (January 1983): 47-54.

Gibson, H.L. and Chase, A. Longitudinal Impact of an Inquiry-based Science Program on Middle School Students Attitudes Toward Science, **Science Education**. 86, (2002): 693-705.

Hewson, P.W. and Hewson, M.G. An appropriate Conception of Teaching Science: A View From Studies of Science Learning. **Science Education**. 72, 5 (1988): 597-614.

Jimenez-Alexandre, M.P. and others. Doing the Lesson or "Doing Science" : Argument in High School Genetics. **Science Education**. 84, 6 (2003): 757-792.

Lewis, S.E. **Issue-Based Teaching in Science Education**. (online) 2003 (Cited January 15, 2014). Available From: <http://www.actionbioscience.org/education/Lewis.html>.

- Lin, Shu-Sheng and Mintzes, J.J. Learning Argumentation Skills through Instruction in Socioscientific Issues : The Effect of Ability Level. **International Journal of Science and Mathematics Education**. 8, 6 (December 2010): 993-1017,
- Osborne, J. and Wittrock, M.C. Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. **Journal of Research in Science Teaching**. 41, 10 (2004): 944-1020.
- Pedretti, E. Decision making and STS education: exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science center through an issues- based approach. **School Science and Mathematics**. 99, 4 (1999): 174-181.
- Reis, P. Teaching Controversial Socioscientific Issue in Biology and Geology Classes: A Case Student. **Electronic Journal of Science Education**. 13, 01 (2009): 1–24.
- Sadler, T.D. Socioscientific Issue Research and Its Relevance for Science Education. Paper Presented to Science Education Graduate Student at the of Research. **Journal of Research in Science Education**. 41, (2002): 513–536.
- Simon, S., Erduran, S. and Osborne, J. Learning to Teach Argumentation : Research and Development in the Science Classroom. **International Journal of Science Education**. 28, 2-3 (2006): 235-260.
- Wheatley, G.H. Constructivist Perspective on Science and Mathematics. **Science Education**. 75, 1 (1991): 9–21.