

ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ที่มีต่ออภิปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 *

The Effects of 5A Science Learning Model on Metacognition and Scientific Learning Achievement of the Ninth-Grade Students

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (Thanawuth Latwong)^{**}

ชนินันท์ พุกษ์ประมุล (Chaninan Pruekpramool)^{***}

ณสรณ์ ผลโชค (Nason Phonphok)^{****}

มนัส บุญประกอบ (Manat Boonprakob)^{*****}

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนกับก่อนเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนกับก่อนเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดร้อยเอ็ด ในช่วงปิดภาคเรียนฤดูร้อน ปีการศึกษา 2558 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยการรับนักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านอภิปัญญา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติการทดสอบค่าที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มเดียว

* เป็นส่วนหนึ่งของปริญญานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

** นิสิตหลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
e-mail: puppe1980@hotmail.com

Ed.D. Student in Science Education, Science Education Center, Srinakharinwirot University

*** อาจารย์ ดร. ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ e-mail: chaninan@g.swu.ac.th

Lecturer. Dr., Science Education Center, Srinakharinwirot University

**** รองศาสตราจารย์ ดร. ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ e-mail: nason@g.swu.ac.th

Association Professor. Dr., Science Education Center, Srinakharinwirot University

***** ว่าที่ร้อยตรี ดร. สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ e-mail: manatboo@swu.ac.th

Acting Sub Lt. Dr., Behavioral Science Research Institute, Srinakharinwirot University

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A รายด้านและภาพรวม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงสุด ได้แก่ การประเมินผล ส่วนด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนต่ำที่สุด ได้แก่ การวางแผน

2. คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A, อภิปัญญา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were to study Metacognition abilities of the ninth-grade students before and after using 5A science learning model and Metacognition abilities after using 5A science learning model comparing the criteria and to study science learning achievement of the ninth-grade students before and after using 5A learning model and science learning achievement after using 5A science learning model comparing the criteria. The participants were 30 volunteer students in one classroom who studied in ninth-grade during summer time of 2015 academic year. The research instruments consisted of Metacognition abilities test and science learning achievement test. The data were analyzed using mean, standard deviation, t-test for dependent sample, and t-test for one sample. The results were summarized as follows:

1. The posttest mean scores of students' Metacognition abilities in all components and in the overall after using the 5A science learning model were statistically significantly higher than the pretest mean scores at the .01 level and were also statistically significantly higher than 50 percent criteria at the .01 level. The component of Metacognition that students gained the highest mean score was evaluating and gained the lowest mean score was planning.

2. The posttest mean scores of students' science learning achievement after using the 5A science learning model were statistically significantly higher than the pretest mean score at the .01 level. Furthermore, they were also statistically significantly higher than 70 percent criteria at the .01 level.

Key word: 5A Science learning model, Metacognition, Science learning achievement

บทนำ

สังคมโลกในศตวรรษที่ 21 เป็นสังคมแห่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การดำเนินชีวิตของผู้คนในยุคปัจจุบันนี้จึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินคุณค่า เพื่อใคร่ครวญเลือกใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนพร้อมที่จะป้องกันและแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างถูกต้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2551: 1) ดังนั้นการพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกต้อง ควบคู่ไปกับการพัฒนากระบวนการด้านการคิดและกระบวนการเรียนรู้จึงถือได้ว่าเป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างยิ่งของการจัดการศึกษาในสังคมโลกปัจจุบัน โดยพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553 ในหมวดที่ 4 ว่าด้วยแนวทางการจัดการศึกษา มาตราที่ 4 (2) ที่กำหนดว่า “การจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ประโยชน์และป้องกันแก้ไขปัญห” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545ก: 13) ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545-2559 ได้กล่าวว่าการปฏิรูประบบการเรียนรู้การสอน ต้องเอื้อต่อการพัฒนาขีดความสามารถของนักเรียนให้เต็มศักยภาพ มุ่งให้นักเรียนรักการเรียนรู้ ปลุกฝังให้นักเรียนมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความสามารถแสวงหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและตัดสินใจแก้ปัญหาด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถเชื่อมโยงวิธีการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับประสบการณ์จริงในการดำเนินชีวิตได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545ข: 9) เช่นเดียวกันกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียนใช้กระบวนการคิด จินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา การจัดการและพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง อันจะนำไปสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความหมายอย่างแท้จริง (สสวท, 2551: 3) ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ควรส่งเสริมให้นักเรียนให้เผชิญสถานการณ์ปัญหา แล้วฝึกกระบวนการคิดและกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบระเบียบ เพื่อทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ตลอดจนสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ได้

แม้ว่าจะมีการกำหนดแนวทางการจัดการศึกษาและเป้าหมายของการจัดการศึกษาและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้กระบวนการคิดในการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจนนั้น แต่ยังมีปัญหว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำมาก ดังรายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาของประเทศไทยเอง ได้แก่ ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐานของนักเรียนไทย (Ordinary National Educational Test (O-NET)) ในปีการศึกษา 2555 - 2558 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ร้อยละ 35.37, 37.95, 38.64 และ 37.63 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (สทศ.), 2558: ออนไลน์) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการประเมินความสามารถในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโครงการ TIMSS (The Third International Mathematics and Science Study) ของสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (The International Association for the Evaluation of Education

Achievement (IEA)) ในปี ค.ศ. 2011 พบว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของไทยมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เท่ากับ 451 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ และต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ (500 คะแนน) (IEA, 2012: 152-165)

นอกจากนั้น จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนไทย ยังพบว่านักเรียนมีความสามารถด้านการคิดและการควบคุมการคิดในกระบวนการเรียนรู้ของตนเองอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ โดยความสามารถด้านการคิดนี้เรียกว่า “อภิปัญญา” ดังจะเห็นได้จากรายงานผลการประเมินคุณภาพทางการศึกษา พบว่าศักยภาพของนักเรียนไทยในมิติความสามารถด้านการคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยมีข้อเสนอแนะว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุอันเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ครูบางส่วนจัดการเรียนรู้โดยเน้นการบอกความรู้และการท่องจำ ขาดการมุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกกระบวนการคิดและในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542: 5)

การพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เป็นระบบนั้น นักเรียนจะต้องมีกระบวนการคิดและการกำกับติดตามการคิดในกระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างเป็นระบบระเบียบ เรียกกระบวนการคิดนี้ว่า “อภิปัญญา” (Metacognition) ซึ่งสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีเป้าหมายในการเรียนรู้ที่ชัดเจน คือ การวางแผนการเรียนรู้ที่มีทิศทาง มีกระบวนการควบคุมกำกับติดตามการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และมีการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองที่มีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับ Garofalo and Lester (1985, 163-164) ที่มีแนวคิดในทิศทางเดียวกันว่านักเรียนจะใช้กระบวนการทางอภิปัญญากำกับกระบวนการทางปัญญาของตนเองอีกชั้นหนึ่ง โดยนักเรียนจะได้ตระหนักรู้เกี่ยวกับความรู้เดิมที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ ตระหนักรู้เกี่ยวกับประเด็นสำคัญที่จะเรียนรู้ และตระหนักรู้เกี่ยวกับวิธีการต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ จากนั้นจึงใช้ข้อมูลทั้ง 3 ส่วนมาวางแผนการเรียนรู้ กำกับติดตามการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ของตนเองได้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ 3 แนวคิด ได้แก่ แนวคิดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรคณนิยม แนวคิดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ และแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้อภิปัญญา ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น ชื่อรูปแบบเป็นอักษรย่อของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน เรียกว่า 5A อันประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 ตระหนักรู้ (Awareness) ขั้นตอนที่ 2 ทำแผนดำเนินงาน (Action plan) ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินงานให้สำเร็จ (Accomplishment) ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล (Assessment) และขั้นตอนที่ 5 ประยุกต์ใช้ (Application) โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 1 นักเรียนจะได้ตระหนักรู้ในตนเองผ่านการอธิบายถึงความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานเดิมที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้เรื่องที่จะเรียนรู้ได้ (รู้อะไรบ้าง) นักเรียนจะได้ตระหนักรู้ในงานเพื่อกำหนดประเด็นสำคัญที่สงสัยหรืออยากเรียนรู้ได้ (ต้องการเรียนรู้อะไร) และนักเรียนจะได้ตระหนักรู้ในกลวิธีเพื่อคิดหาวิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้เรื่องที่จะเรียนรู้ได้ (จะเรียนรู้อย่างไร) โดยการเรียนรู้ ที่กล่าวข้างต้นนี้ ถือเป็นการส่งเสริมนักเรียนด้านการตระหนักรู้ในตนเอง (Self-awareness) การตระหนักรู้ในงาน (Task awareness) และการตระหนักรู้ในกลวิธี

(Strategy awareness) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของBaker and Brown (1984) ที่กล่าวว่ากระบวนการเรียนรู้ด้วยอภิปัญญา นักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนเกี่ยวกับการตระหนักรู้ อันประกอบด้วยการวิเคราะห์ในตนเอง การวิเคราะห์งาน และการวิเคราะห์กลวิธี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนดำเนินการเรียนรู้ต่อไป สำหรับการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2-5 นั้น นักเรียนจะได้วางแผนการเรียนรู้ ลงมือดำเนินการเรียนรู้และกำกับติดตามการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งถือเป็นการส่งเสริมนักเรียนด้านการวางแผน (Planning) การกำกับติดตาม (Monitoring) และการประเมินผล (Evaluating) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Flavell (1985,103-110) ที่กล่าวว่ากระบวนการเรียนรู้ด้วยอภิปัญญาให้มีประสิทธิภาพนั้น นักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนเกี่ยวกับประสบการณ์ในอภิปัญญา คือ การวางแผน การกำกับติดตามตนเอง และการประเมินผลให้มีความถูกต้องและมีความสอดคล้องซึ่งกันและกัน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับนโยบายการจัดการศึกษาระดับชาติที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งพัฒนานักเรียนในมิติความสามารถด้านการคิดและการกำกับการคิดในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งเรียกว่า “อภิปัญญา” และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายงานผลการวิจัยที่ยังสะท้อนให้เห็นว่าระดับความสามารถด้านอภิปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยที่ยังอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ตลอดจนศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับแนวทาง การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพนักเรียนด้านความสามารถด้านอภิปัญญา ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยในฐานะนักวิทยาศาสตร์ศึกษา จึงมีความมุ่งหมายในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ด้วยหวังว่าจะช่วยส่งเสริมความสามารถด้านอภิปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยให้สูงขึ้น อันจะทำให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุตามเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของชาติในที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนกับก่อนเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนกับก่อนเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A มีความสามารถด้านอภิปัญญาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50
2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนในจังหวัดร้อยเอ็ด สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดร้อยเอ็ด ในช่วงปิดภาคเรียนฤดูร้อน ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง และเปิดรับนักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการจัดการเรียนรู้

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถด้านอภิปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ และสารที่ 5 พลังงาน ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

หัวข้อเนื้อหา

- | | |
|-------------|--|
| ว 4.1 ม.3/1 | 1. ความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่มีต่อการเคลื่อนที่ |
| ว 4.1 ม.3/2 | 2. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา |
| ว 4.1 ม.3/3 | 3. แรงพยาง |
| ว 4.2 ม.3/1 | 4. แรงเสียดทาน |
| ว 4.2 ม.3/2 | 5. โมเมนต์ของแรง |
| ว 4.2 ม.3/3 | 6. การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงและแนวโค้ง |
| ว 5.1 ม.3/1 | 7. งานและกำลัง |
| ว 5.1 ม.3/1 | 8. พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง |
| ว 5.1 ม.3/1 | 9. กฎการอนุรักษ์พลังงาน |
| ว 5.1 ม.3/2 | 10. ความสัมพันธ์ของความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า |
| ว 5.1 ม.3/3 | 11. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน |
| ว 5.1 ม.3/4 | 12. การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้าน |

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในช่วงปิดภาคเรียนฤดูร้อน ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 44 ชั่วโมง ประกอบด้วย การทดสอบก่อนเรียน 4 ชั่วโมง การทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 36 ชั่วโมง และการทดสอบหลังเรียน 4 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีแนวคิดทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐาน 3 แนวคิด ได้แก่ แนวคิดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรค

นิยม แนวคิดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ และแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ อภิปัญญา โดยการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ตระหนักรู้ (A: Awareness) เป็นขั้นที่ครูเสนอสถานการณ์เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่จะเรียนรู้ จากนั้นนักเรียนจึงตระหนักรู้ในตนเอง โดยการทบทวนถึงความรู้วิทยาศาสตร์เดิมของนักเรียนที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้สถานการณ์ที่กำหนดได้ (รู้อะไรบ้าง) จากนั้นนักเรียนจึงตระหนักรู้ในงานโดยการกำหนดประเด็นสำคัญที่สามารถเรียนรู้จากสถานการณ์ที่กำหนดได้ (ต้องการเรียนรู้อะไร) จากนั้นนักเรียนจึงตระหนักรู้ในกลวิธี โดยการคิดวิธีการทดลองที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้สถานการณ์ที่กำหนดได้ (จะเรียนรู้อย่างไร) สุดท้ายนักเรียนสรุปการตระหนักรู้ในตนเองของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 2 ทำแผนดำเนินงาน (A: Action plan) เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ใช้ข้อมูลจากขั้นตระหนักรู้เพื่อกำหนดแผนดำเนินการเรียนรู้ ประกอบด้วย วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการทดลอง และออกแบบตารางบันทึกผล โดยนักเรียนร่วมกันระดมความคิดเพื่อทำร่างแผนดำเนินงานในกลุ่มย่อย จากนั้นให้นำเสนอแผนดำเนินงานหน้าชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มอื่น สุดท้ายนักเรียนสรุปแผนดำเนินงานของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินงานให้สำเร็จ (A: Accomplishment) เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติการเรียนรู้และกำกับติดตามความสำเร็จในการเรียนรู้ของตนเอง โดยนักเรียนจะต้องระบุขั้นตอนการทดลองที่ทำได้สำเร็จ จากนั้นจึงอธิบายว่าจะปฏิบัติการทดลองต่อไปอย่างไร และนักเรียนจะต้องระบุขั้นตอนการทดลองที่ทำไม่สำเร็จ แล้วอธิบายวิธีหาทางแก้ไข จากนั้นจึงอธิบายว่าจะปฏิบัติการทดลองต่อไปอย่างไร สุดท้ายนักเรียนสรุปการดำเนินงานของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล (A: Assessment) เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้สรุปผลการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ว่ามีความถูกต้อง บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มรายงานผลการเรียนรู้หน้าชั้นเรียนจนครบทุกกลุ่ม แล้วเพื่อนนักเรียนมีบทบาทร่วมกันอภิปรายผลการเรียนรู้ว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

ขั้นตอนที่ 5 ประยุกต์ใช้ (A: Application) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ยกตัวอย่างเหตุการณ์แล้วอธิบายการนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ มีบทบาทประเมินความถูกต้องในการประยุกต์ใช้ความรู้

2. ความสามารถด้านอภิปัญญา หมายถึง ความสามารถด้านการคิดและการกำกับติดตามการคิดในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นโดยแบ่งองค์ประกอบของอภิปัญญาออกเป็น 6 องค์ประกอบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การตระหนักรู้ในตนเอง (Self-awareness) หมายถึง การคิดทบทวนความรู้วิทยาศาสตร์เดิมของตนเองที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนรู้ ทำให้ทราบว่าตนเองมีความรู้วิทยาศาสตร์เดิมอะไรบ้าง ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ได้ (รู้อะไรบ้าง)

2) การตระหนักรู้ในงาน (Task awareness) หมายถึง การทำความเข้าใจประเด็นสำคัญเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ ทำให้ทราบว่าเรื่องที่จะเรียนรู้นั้นมีประเด็นสำคัญอะไรบ้าง ที่ตนเองจะนำมาศึกษาเรียนรู้ได้ (อยากเรียนรู้อะไร)

3) การตระหนักรู้ในกลวิธี (Strategy awareness) หมายถึง การคิดทบทวนวิธีการทดลองต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ประเด็นสำคัญที่ตนเองจะศึกษาเรียนรู้ (จะเรียนรู้อย่างไร)

4) การวางแผน (Planning) หมายถึง การกำหนดแผนดำเนินการเรียนรู้ ประกอบด้วยวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการทดลอง และตารางบันทึกผล เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์

5) การกำกับติดตาม (Monitoring) หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองและติดตามความสำเร็จของการทดลอง แล้วระบุขั้นตอนที่ทำสำเร็จ จากนั้นอธิบายว่าจะปฏิบัติการทดลองต่อไปอย่างไร และระบุขั้นตอนที่ไม่สำเร็จ แล้วอธิบายวิธีหาทางแก้ไข จากนั้นอธิบายว่าจะปฏิบัติการทดลองต่อไปอย่างไร

6) การประเมินผล (Evaluating) หมายถึง การสรุปผลการเรียนรู้แล้วประเมินผลการเรียนรู้ว่ามีความถูกต้อง บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร

โดยความสามารถด้านอภิปัญญาวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านอภิปัญญาที่เป็นแบบอัตนัย จำนวน 24 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านพุทธิปัญญาของนักเรียน ประกอบด้วยความสามารถ 6 ระดับ คือ 1) ความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย แบ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 แผน ได้แก่ 1) ความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่มีต่อการเคลื่อนที่ 2) แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา 3) แรงเสียดทาน 4) แรงพยุง 5) โมเมนต์ของแรง 6) การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงและแนวโค้ง 7) งานและกำลัง 8) พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง 9) กฎการอนุรักษ์พลังงาน 10) ความสัมพันธ์ของความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า 11) การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน และ 12) การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้าน โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้กับองค์ประกอบของอภิปัญญา ความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาอยู่ระหว่าง 4.67-5.00 ซึ่งถือว่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านอภิปัญญา เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 24 ข้อ มีส่วนประกอบ 4 ส่วน ได้แก่ 1) สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่จะเรียนรู้ 4 สถานการณ์ 2) คำถามปลายเปิดสถานการณ์ละ 6 ข้อ เพื่อประเมินผลความสามารถด้านอภิปัญญา 6 องค์ประกอบ ตามที่กล่าวข้างต้น 3) แนวคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้และควรปรับปรุง จำนวน 24 ข้อ และ 4) เกณฑ์การตัดสินระดับอภิปัญญา โดยนำคะแนนเต็ม 72 คะแนน แบ่งเป็น 4 ช่วงคะแนน ตามแนวทางการวัดและประเมินผลอภิปัญญาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2555) และดำเนิน ยาท้วม (2548) ดังนี้

ระดับอภิปัญญา	ช่วงคะแนน	ช่วงคะแนนร้อยละ
ดีมาก	54 – 72	75 – 100
ดี	36 – 53	50 – 74
พอใช้	18 – 35	25 – 49
ควรปรับปรุง	0 – 17	0 – 24

โดยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านอภิปัญญามีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบของอภิปัญญาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ค่าดัชนีความสอดคล้องของความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ค่าความยากง่ายรายข้ออยู่ระหว่าง 0.22 – 0.45 ค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.44 – 0.87 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.93

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ซึ่งวัดความสามารถทางด้านพุทธิปัญญาของนักเรียน 6 ระดับ (Bloom, 1956) คือ 1) ความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่าโดยมีเกณฑ์การตัดสินระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามข้อกำหนดของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2554) ดังนี้

ระดับผลการเรียน	ช่วงคะแนนร้อยละ
ดีเยี่ยม	80 – 100
ดีมาก	75 – 79
ดี	70 – 74
ค่อนข้างดี	65 – 69
ปานกลาง	60 – 64
พอใช้	55 – 59
ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	50 – 54
ต่ำกว่าเกณฑ์	0 – 49

โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ค่าเฉลี่ยดัชนีความเหมาะสมของเนื้อหาและความถูกต้องของภาษาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ค่าความยากง่ายรายข้ออยู่ระหว่าง 0.22 – 0.65 ค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.29 – 0.60 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.90

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบ 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านอภิปัญญาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ดำเนินการทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A จำนวน 12 แผน ๆ ละ 3 ชั่วโมง ใช้เวลาทั้งสิ้น 36 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองด้วยตนเอง
3. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบ 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านอภิปัญญาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล จำแนกตามเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ใช้เทคนิคการตรวจสอบสามเส้า (Triangulation technique) (วรรณิ แกมเกตุ, 2551) โดยกำหนดผู้ประเมิน 3 คน ได้แก่ ตัวผู้วิจัยและครูวิทยาศาสตร์ 2 คน ทำการตรวจคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านอภิปัญญา แล้วนำมาหาคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาจากผู้ประเมิน 3 คน สุดท้ายจึงนำมาทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสถิติทดสอบค่าที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples) และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 50 ด้วยสถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มเดียว (t-test for one sample)
2. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสถิติทดสอบค่าที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยสถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มเดียว

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ก่อนเรียนกับหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ก่อนเรียนกับหลังเรียน

ความสามารถด้าน อภิปัญญา	N	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
1. ด้านตระหนักรู้ในตนเอง	30	12	1.61	0.85	6.94	1.98	13.59**	0.000
2. ด้านตระหนักรู้ในงาน	30	12	1.25	0.86	7.51	1.53	18.47**	0.000
3. ด้านตระหนักรู้ในกลวิธี	30	12	0.93	0.94	7.58	1.33	25.31**	0.000
4. ด้านการวางแผน	30	12	1.22	0.91	6.78	1.55	15.48**	0.000
5. ด้านการกำกับติดตาม	30	12	2.37	1.31	7.88	2.73	10.99**	0.000
6. ด้านการประเมินผล	30	12	0.70	1.21	8.47	1.93	21.01**	0.000
ภาพรวม	30	72	8.08	2.96	45.16	9.14	21.89**	0.000

**
 $p < .01$

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A รายด้านและภาพรวม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงที่สุด ได้แก่ การประเมินผล ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนต่ำที่สุด ได้แก่ การวางแผน

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 50 แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 50 (6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน)

ความสามารถด้าน อภิปัญญา	N	คะแนน เต็ม	เกณฑ์	หลังเรียน		t	p
				$\bar{x}$	S.D.		
1. ด้านตระหนักรู้ในตนเอง	30	12	6	6.94	1.98	2.52**	0.008
2. ด้านตระหนักรู้ในงาน	30	12	6	7.51	1.53	5.40**	0.000
3. ด้านตระหนักรู้ในกลวิธี	30	12	6	7.58	1.33	6.51**	0.000
4. ด้านการวางแผน	30	12	6	6.78	1.55	2.75**	0.005
5. ด้านการกำกับติดตาม	30	12	6	7.88	2.73	3.76**	0.000
6. ด้านการประเมินผล	30	12	6	8.47	1.93	7.00**	0.000
ภาพรวม	30	72	36	45.16	9.14	5.31**	0.000

**
 $p < .01$

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A รายด้านและภาพรวม หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยข้อ 1 และข้อ 2 แสดงให้เห็นว่าผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ก่อนเรียนกับหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ก่อนเรียนกับหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์	N	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
	30	36	11.93	1.96	26.57	2.54	58.22**	0.000

**
 $p < .01$

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (25.20 คะแนน จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน)

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	$\bar{x}$	S.D.	t	p
หลังเรียน	30	36	25.20	26.57	2.54	2.49**	0.003

**
 $p < .01$

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยข้อ 3 และข้อ 4 แสดงให้เห็นว่าผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลการวิจัยเป็น 2 ส่วน คือ ความสามารถด้านอภิปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการวิจัยด้านความสามารถด้านอภิปัญญา พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A รายด้านและภาพรวม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเผชิญสถานการณ์เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้อยู่ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตระหนักรู้ในตนเองโดยการทบทวนความรู้วิทยาศาสตร์เดิมของนักเรียนที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำลังจะเรียนรู้ เกิดการตระหนักรู้ในงานโดยการกำหนดประเด็นสำคัญที่ต้องการเรียนรู้ และเกิดการตระหนักรู้ในกลวิธีโดยการคิดหาวิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาเรื่องที่เรียนรู้อย่างได้ โดยการตระหนักรู้ 3 ส่วนแรก เป็นการพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ในตนเอง ความรู้ในงาน และความรู้ในกลวิธี ซึ่งถือว่าเป็นการพัฒนาความรู้ในอภิปัญญา จากนั้นนักเรียนจะได้นำข้อมูลจากการตระหนักรู้มาใช้วางแผนดำเนินการเรียนรู้ ลงมือดำเนินการเรียนรู้ และกำกับติดตามการเรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง โดยการกำกับควบคุมการเรียนรู้ 3 ส่วนหลัง เป็นการพัฒนานักเรียนในการวางแผน การกำกับติดตามและการประเมินผล ซึ่งถือว่าเป็นการพัฒนาประสบการณ์อภิปัญญาให้ดีขึ้น (Flavell, 1985: 103-104; ฉลวย ม่วงพรรณ, 2554: 523) จึงเห็นได้ว่าการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ในครั้งนี้ช่วยส่งเสริมอภิปัญญาของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของจุฑารัตน์ ชนานุสาสน์ (2546: 82-83) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาและมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนั้น ผลการวิจัยยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เน้นการฝึกฝนให้นักเรียนใช้ความสามารถด้านอภิปัญญาในการเรียนรู้อย่างเป็นระบบต่อเนื่องกัน กล่าวคือ นักเรียนได้ฝึกฝนวางแผนการเรียนรู้ ฝึกฝนดำเนินการเรียนรู้และกำกับติดตามความสำเร็จตามแผนการเรียนรู้ และฝึกฝนสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยช่วงแรกนักเรียนยังไม่คุ้นกับการเรียนรู้ลักษณะนี้ทำให้ระดับอภิปัญญายังต่ำอยู่ แต่เมื่อนักเรียนได้ฝึกฝนใช้อภิปัญญาในการเรียนรู้เป็นวงจรซ้ำกันก็จะเริ่มมีทักษะอภิปัญญาที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ สอดคล้องกับแนวคิดของ Baker and Brown (1984) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้จะต้องฝึกฝนให้นักเรียนใช้อภิปัญญาอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องกันจึงจะทำให้เด็กมีอภิปัญญาที่สูงขึ้น หลังจากนักเรียนฝึกฝน อภิปัญญาในการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ครบ 12 ครั้ง จึงทดสอบความสามารถด้านอภิปัญญา พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปัญญาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 50 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการตั้งเกณฑ์ร้อยละ 50 จะเห็นได้ว่าตั้งไว้ไม่สูงมาก เพราะทักษะการคิดอภิปัญญาเป็นสิ่งที่ต้องใช้เวลาในการพัฒนาแบบค่อยเป็นค่อยไป และต้องใช้เวลาฝึกฝนนานเพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอังคาร์ เทพรัตน

นันท์ (2557: 39-41) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเสริมการคิดอภิปรายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอภิปราย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการคิดอภิปราย หลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 54.85 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยมีการอภิปรายผลว่าการผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ซึ่งไม่สูงมากนัก และคะแนนการคิดอภิปรายหลังเรียนที่สะท้อนว่าไม่สูงมากเช่นกัน เพราะการคิดอภิปรายเป็นทักษะการคิดที่ซับซ้อนจำเป็นต้องใช้ระยะเวลายาวนานและสม่ำเสมอในการฝึกฝนจึงจะพัฒนาให้นักเรียนเกิดอภิปรายได้

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยอภิปรายแต่ละด้าน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านอภิปรายหลังเรียนด้านที่คะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ได้แก่ การวางแผน ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนดำเนินการเรียนรู้ นักเรียนต้องประมวลข้อมูล 3 ส่วน คือ การตระหนักรู้ในตนเอง การตระหนักรู้ในงาน และการตระหนักรู้ในกลวิธี เพื่อนำมาใช้ในการเขียนแผนดำเนินการเรียนรู้ ประกอบด้วยการกำหนดจุดประสงค์ ขั้นตอนทดลองและออกแบบตารางบันทึกผลที่ถูกต้องสอดคล้องกัน โดยการเรียนรู้ลักษณะนี้จะค่อนข้างยากเนื่องจากเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงที่ซับซ้อน กล่าวคือ นักเรียนต้องคิดอย่างละเอียดลออเพื่อพิจารณาข้อมูล แล้วนำมาวางแผนให้มีความถูกต้องและสอดคล้องซึ่งกันและกัน (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553: 190) และอภิปรายด้านที่คะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ การประเมินผล เป็นผลเนื่องจากการเรียนรู้ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผล นักเรียนตัวแทนกลุ่มจะได้ฝึกฝนรายงานสรุปผลการเรียนรู้หน้าชั้นเรียนทุกครั้ง รวม 12 ครั้ง โดยเพื่อนร่วมชั้นเรียนต้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อเสนอวิธีการปรับปรุงสรุปผลการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น เขียนขั้นตอนทดลองให้ชัดเจนขึ้น สรุปผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ยิ่งขึ้น เป็นต้น สอดคล้องกับผลงานวิจัยของพัทธ ทองตัน (2545: 55-56) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 22 แผน พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีเมตาคอกนิชันรายด้านและภาพรวมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยด้านที่มีเมตาคอกนิชันสูงที่สุด ได้แก่ ด้านการประเมินผล

2. ผลการวิจัยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 1 ตระหนักรู้ ที่ฝึกอภิปรายด้านการตระหนักรู้ในตนเอง โดยนักเรียนต้องอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์เดิมที่นำมาใช้ประกอบการเรียนรู้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ การเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 ทำแผนดำเนินงาน ที่ฝึกอภิปรายด้านการวางแผน โดยนักเรียนต้องเขียนแผนดำเนินการเรียนรู้ ซึ่งต้องฝึกนำความรู้วิทยาศาสตร์เดิมมาใช้ในการวางแผนให้ถูกต้อง ซึ่งถือว่าส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น การเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 3 การดำเนินงานให้สำเร็จ นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติการทดลองและกำกับติดตามให้สำเร็จทุกขั้นตอน โดยนักเรียนต้องสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องยิ่งขึ้น การเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 4 การประเมินผล นักเรียนต้องสรุปผลการเรียนรู้ที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และประเมินความถูกต้อง โดยนักเรียนตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการเรียนรู้ จากนั้นนักเรียนทุกกลุ่มจึงแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อร่วมกัน

สรุปความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ขึ้น (Cross and Paris, 1988) เมื่อเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ครบ 12 ครั้ง จึงทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการตั้งเกณฑ์ร้อยละ 70 ถือว่าเป็นเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูง เพราะเชื่อว่าการฝึกฝนให้นักเรียนใช้อธิบายปัญหาในการวางแผนการเรียนรู้ ดำเนินการเรียนรู้และกำกับติดตามการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ที่เป็นระบบต่อเนื่องกัน 12 ครั้ง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อัตโนมัติผ่านการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ด้วยตนเองอย่างเต็มที่ ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณรงค์ฤทธิ์ ประเสริฐสุข (2554: 67-69) ที่ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการพัฒนาเมตาคognition ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้กลวิธีเมตาคognition พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 70.48 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยอธิบายว่าการเรียนรู้โดยกลวิธีเมตาคognition มุ่งให้นักเรียนตระหนักรู้ในความรู้วิทยาศาสตร์เดิมของตนเอง ตระหนักรู้ในประเด็นวิทยาศาสตร์ที่จะเรียนรู้ ตระหนักรู้ในวิธีการทดลอง เพื่อให้นักเรียนวางแผนกำกับติดตามและประเมินผลการเรียนรู้เป็นวงจรซ้ำกัน นักเรียนจึงเรียนรู้อัตโนมัติอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในที่สุด

นอกจากนั้น การเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 5 ประยุกต์ใช้ นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องยกตัวอย่างเหตุการณ์แล้วอธิบายการนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ช่วยกันประเมินความถูกต้องในการประยุกต์ใช้ความรู้ ซึ่งถือเป็นการพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สอดคล้องกับการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E โดยการเรียนรู้ในขั้นที่ 7 การประยุกต์ใช้ มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันของตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนจดจำความรู้วิทยาศาสตร์อย่างมั่นคงยิ่งขึ้น อันเป็นการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สูงยิ่งขึ้น (Eisenkraft, 2003; ประสาท เนื่องเฉลิม, 2550) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรพร พองจันทร์ และคณะ (2558, 30) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A สามารถพัฒนาความสามารถด้านอธิบายและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ ดังนั้นผู้บริหารสถานศึกษาจึงควรสนับสนุนให้ครูวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในวงกว้างต่อไป

1.2 ครูวิทยาศาสตร์ที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ไปใช้ ช่วงแรกควรช่วยเหลือนักเรียนทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด เช่น ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ช่วยออกแบบแผนดำเนินการเรียนรู้ แนะนำวิธีการใช้เครื่องมือทดลองและบันทึกผลอย่างถูกต้อง เป็นต้น หลังจากให้นักเรียนเริ่มคุ้นชินกับการทำกิจกรรมแล้วจึงให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเองอย่างเต็มที่

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ทำการวิจัยผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ 5A เพื่อส่งเสริมอภิปัญญา โดยเพิ่มการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากนักเรียนรายบุคคล โดยอาจศึกษาลงรายละเอียดเชิงลึกถึงการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการเรียนรู้ หรือการศึกษาการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายกรณี

2.2 ทำโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาวิชาชีพ (Professional development) ในการอบรมครูวิทยาศาสตร์ที่สนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5A ไปขยายผลในโรงเรียนของตนเอง

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). **ผลการประเมินคุณภาพทางการศึกษา ปีการศึกษา 2540**. กรุงเทพฯ:

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

จุฑารัตน์ ขนานุสาสน์. (2546). “ผลของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันในการอ่านและการแก้ปัญหา และต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.”

วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฉลวย ม่วงพรวน. (2554). “การพัฒนาแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยกิจกรรมการรู้คิดในการอ่าน

ภาษาอังกฤษ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.” **วารสารวิชาการ Veridian**

E-Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ 1,4

(พฤษภาคม – สิงหาคม): 513-532.

ณรงค์ฤทธิ์ ประเสริฐสุข. (2554). “ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ การพัฒนาเมตาคอกนิชันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ดำเนิน ยาท่วม. (2548). “ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ปัญหา.” ปรินิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). **การพัฒนาการคิด**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์.

ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2550). “การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ขั้น.” **วารสารวิชาการ 10, 4**: 25-30.

พัทธ ทองตัน. (2545). “ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.”

วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณณี แกมเกตุ. (2551). **วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (RESEARCH METHODOLOGY IN BEHAVIORAL SCIENCES)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัชรพร ฟองจันทร์ และคณะ. (2558). “ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” **วารสารวิชาการ**

Veridian E-Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ 8, 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม): 301-314.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (สทศ.). (2558). **ผลการคะแนนสอบ O-NET**

ปีการศึกษา 2555-2558 ชั้น ม.3. เข้าถึงเมื่อ 1 มิถุนายน 2559. เข้าถึงได้จาก

http://www.niets.or.th/index.php/research_th/view/8

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2551). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**

พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2555). **การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545ก). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542**

(ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2556. เข้าถึงได้จาก

<http://www.moc.moe.go.th/sites/default/files/prb1.pdf>

_____. (2545ข). **แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2559).** กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2554). **แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร**

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม

สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

อังค์ เทพรัตน์. (2557). “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเสริมการคิดอภิปรายที่มีต่อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และความสามารถในการคิดอภิปราย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนศรีวิทยา จังหวัดชุมพร”.

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 7, 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม): 34-43.

ภาษาต่างประเทศ

Baker, L., and Brown, A.L. (1984). **Metacognition Skill and Reading: Handbook of Reading Research.** New York: Longman.

Bloom, B.S. (1956). **Taxonomy of Education Objective Handbook I: Cognitive Domain.** New York: David Mac Kay.

- Cross, D.R., and Paris, S.G. (1988). "Developmental and Instructional Analyses of Children's Metacognition and Reading Comprehension." **Journal of Educational Psychology** 80, 2: 131-142.
- Eisenkraft, A. (2003). "Expanding the 5E model." **The Science Teacher** 70, 6: 56-59.
- Flavell, J.H. (1985). **Cognitive Development**. Englewood Cliffs. 2nd ed. Newjersey: Prentice-Hall.
- Garofalo, J., and Lester, F.K. (1985). "Metacognition, Cognitive Monitoring and Mathematical Performance." **Journal of Research in Mathematics Education** 16, 3: 163-176.
- International Association for the Evaluation of Education Achievement (IEA). (2012). **TIMSS 2011 International Results in Science**. MA: TIMSS & PIRIS International Study Center.