

ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชลฤทัย ทวีแสง* ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์** ชนินันท์ พลฤษประมุล*** พินิจ ขำวงษ์****

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ปีการศึกษา 2557 แบ่งออกเป็น กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน และกลุ่มที่ควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเมต้าเลเวล 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ การทดสอบค่าทีสองกลุ่มที่เป็นอิสระและไม่เป็นอิสระจากกัน

ผลการวิจัย พบว่า

1. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05
2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05
3. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวลหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้, เมต้าเลเวล, การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

* นักศึกษาหลักสูตรการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2558, E-mail: jubjang1905@gmail.com

** อาจารย์ ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

*** อาจารย์ ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**** อาจารย์ ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

The Effect of a Learning Model Based on the Meta-Level to Enhance Scientific Thinking of 7Th Grade Students

Chonruthai Taweasang^{*} Theerapong Sangpradit^{**}

Chaninan Pruekpramool^{***} Pinit Khumwong^{****}

Abstract

The purpose of this study was to examine the effect of a meta-level concept based learning model to enhance scientific thinking of 7th grade students. The samples used in this study consisted of 7th Grade students who studied in a school under The Secondary Educational Service Area Office 27 of Thailand in 2014 academic year. The samples were divided into 2 groups, experimental and control groups with 45 students in each group.

The research instruments used in this study were 1) lesson plans using meta-level concepts to enhance scientific thinking, 2) lesson plans based on the conventional method (5E), and 3) scientific thinking test. The research data were analyzed using t-test for dependent samples and independent samples.

The results of the study revealed as follows:

1. Scientific thinking ability posttest scores of students who studied with the meta-level based learning model to enhance scientific thinking were significantly higher than pretest scores at the .05 level.
2. Scientific thinking ability posttest scores in each characteristic of students who studied with the meta-level based learning model were significantly higher than pretest scores at .05
3. Scientific thinking ability posttest scores of students who studied with the meta-level based learning model were significantly higher than those of students who studied with traditional learning at .05 level

Keyword: Learning model, Meta-Level, Scientific thinking

^{*} Student in Doctor of Science Education Program, Science Education Center of Srinakharinwirot University, 2015,

E-mail: jubjang1905@gmail.com

^{**} Lecturer in Science Education Center of Srinakharinwirot University

^{***} Lecturer in Science Education Center of Srinakharinwirot University

^{****} Lecturer in Science Education Center of Srinakharinwirot University

บทนำ

ความสามารถในการคิดมีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก การประสบความสำเร็จเป็นผลมาจากกระบวนการคิดที่มีประสิทธิภาพ มนุษย์ควรเรียนรู้และได้รับการฝึกฝนเพื่อพัฒนาการคิดให้มีปัญญา ฉลาด รู้คิด (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556: 1) จากการทบทวนวรรณกรรมของนักการศึกษาได้แบ่งประเภทการคิดไว้หลายประเภท ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิพากษ์ และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545, ทิศนา ขัมมณี, 2544, และสำนักทดสอบทางการศึกษา, 2548) พบว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นทักษะการคิดประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาเพื่อให้ผู้เรียนให้มีกระบวนการคิดที่เป็นระบบคล้ายการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific thinking) เป็นการคิดรูปแบบหนึ่งที่เน้นการคิดที่เป็นเหตุผลผ่านการใคร่ครวญ ตรวจสอบ และมีหลักฐานอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ โดยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์จะช่วยให้บุคคลสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลข่าวสารที่ได้รับ และช่วยให้สามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อการดำเนินชีวิตในสังคมที่แวดล้อมไปด้วยวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2541: 4-5, และธิดารัตน์ อินปาตะ, 2554: 3)

ปัจจุบันการศึกษาของประเทศไทยยังมีปัญหาในด้านทักษะกระบวนการคิดโดยพบว่าเด็กไทยขาดการพัฒนาทักษะทางด้านกระบวนการคิด ดังเห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษารอบสาม พ.ศ. 2555 ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) โดยภาพรวมในระดับประเทศของตัวบ่งชี้ที่ 4 พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอยู่ในระดับดีมากเพียงร้อยละ 24.92 เท่านั้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2556.) จึงเป็นตัวบ่งชี้ที่ต้องเร่งพัฒนาให้กับผู้เรียนอย่างจริงจัง และจากการประเมินผลของ ตามโครงการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) พบว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่ทำข้อสอบความรู้ความจำได้ดี แต่ทำข้อสอบที่เน้นกระบวนการคิดเพื่อวิเคราะห์หรือแก้ปัญหาในลักษณะของการเขียนตอบแสดงวิธีทำหรืออธิบายเหตุผลประกอบได้ไม่ดี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2542: 10) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนา เพื่อพัฒนาในด้านกระบวนการคิดโดยเน้นการพัฒนาการคิดวิเคราะห์หรือการคิดแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกระบวนการคิดดังกล่าวมีพื้นฐานมาจากกระบวนการคิดที่เป็นระบบแบบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยพัฒนาการด้านการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการ การพัฒนากระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สามารถ

ทำได้โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด และปฏิบัติเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ ดังที่ Schaferman (1994: 2-3) ได้อธิบายถึงการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า เป็นการคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสำรวจสืบเสาะเรื่องราวธรรมชาติ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ถ้าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนมากขึ้น จากการศึกษาของนักการศึกษาหลายท่านที่ได้นำเสนอ เทคนิค รูปแบบหรือกลยุทธ์ในการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ลำดับขั้นตอนที่สอดคล้องกับกระบวนการ ทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การทดสอบสมมติฐาน และ 4) การลงข้อสรุป (ธีระชัย ปุณณโชติ, 2539: 1; วัชรภรณ์ แก้วดี, 2548; เจตธนี บุญนา, 2552: 46; จิตมา กำลังเลศ, 2553; Kuhn. & Pearsall, 2000: 113-129, และ Bergere, & Boelryk, 2004) แต่อย่างไรก็ตาม จากองค์ประกอบดังกล่าว พบว่า ยังไม่ขาดทักษะองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ นั่นคือ ทักษะการโต้แย้ง (Argumenting) ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ทำการฝึกการให้เหตุผล การโต้แย้งโดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการ หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือหักล้างข้อโต้แย้งของคนอื่น เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับได้อย่างถูกต้องสมเหตุผล

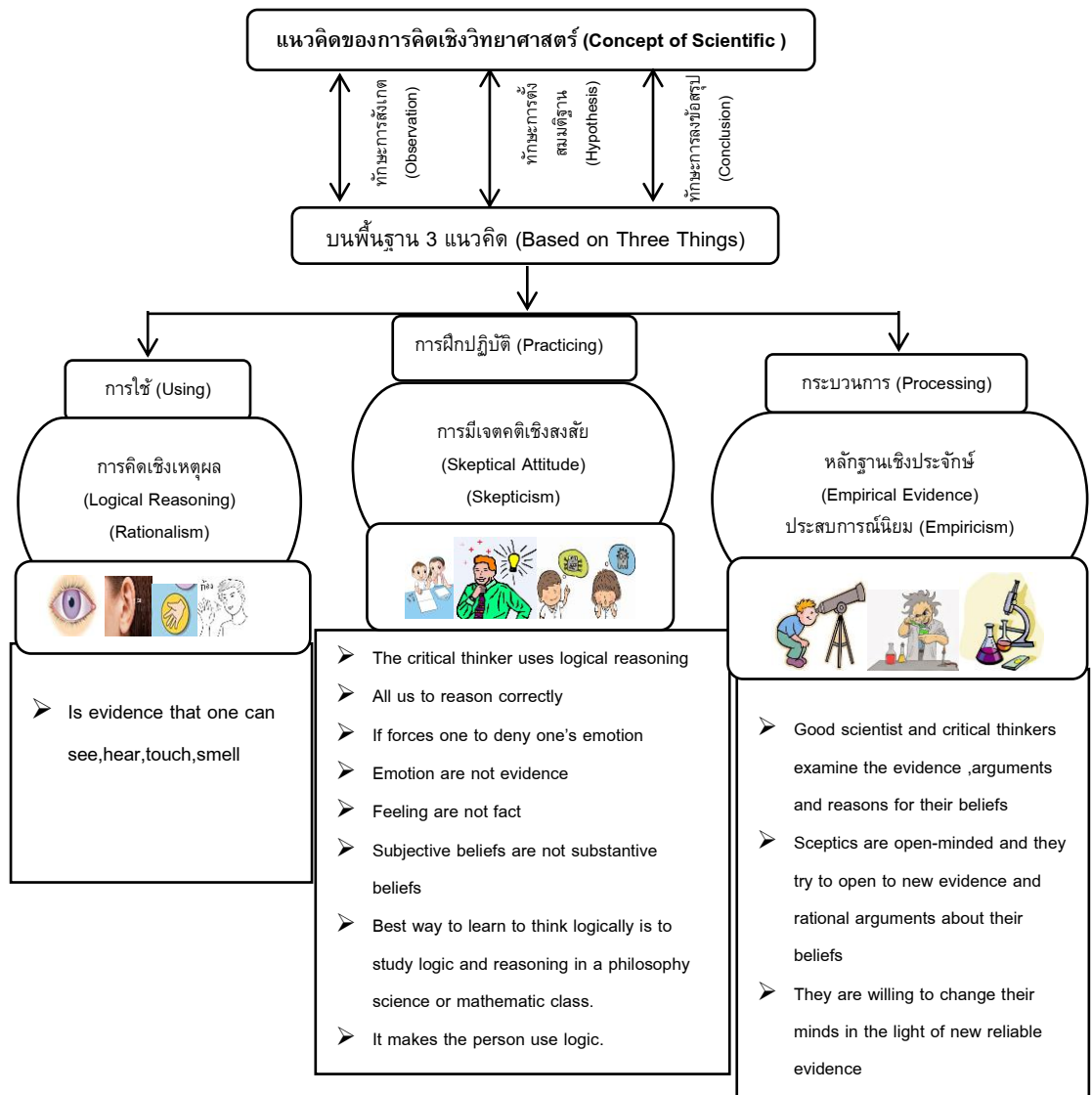
ดังนั้นเพื่อให้การพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา (Problem identifying) การสืบค้น (Searching) การตรวจสอบสมมติฐาน (Checking) การลงข้อสรุป (Inferring) และการโต้แย้ง (Argumenting) แล้วก็นำหลักการพัฒนากระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของDeanna Kuhn (2005) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับขั้นการเรียนรู้ดังกล่าว โดยนำกระบวนการคิดบนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล (Meta-Level processes) มาใช้ในการส่งเสริมการคิด เชิงวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นของการเรียนรู้ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนรู้ถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่ทำการศึกษา และสามารถเลือกใช้วิธีการในการศึกษาได้อย่างเหมาะสม และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ถ้าผู้เรียนได้รับการพัฒนาดังกล่าวจะส่งผลให้กระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน โดยได้นำกระบวนการคิดบนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามที่กล่าวข้างต้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบที่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ (Schafersman, 1994: 1-2) โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผล หลักฐาน ข้อมูล และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาประกอบในการพิสูจน์ตรวจสอบ จนได้คำตอบ ข้อสรุปอย่างถูกต้องเชื่อถือได้ โดยสรุปแนวคิดของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แนวคิดของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Concept of scientific thinking)

ที่มา: Al-Ahmadi (2008).The development of scientific thinking with senior school physics students: 111.

เมต้าเลเวล กระบวนการเมต้าเลเวล (Meta-Level process) คือกระบวนการรู้คิดอย่างมีเป้าหมาย กล่าวคือผู้เรียนมีการคิดเพื่อแสวงหาความรู้อย่างมีเป้าหมาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้ถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่ทำการศึกษา และสามารถเลือกใช้วิธีการในการศึกษาได้อย่างเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการและวิธีการเหล่านั้น (Kuhn, 2001)

สมมติฐานการวิจัย

1. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล หลังเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษของสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 495 คน

กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน เนื่องจากเป็นห้องที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันโดยกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.66 คะแนน และกลุ่มควบคุมมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.35 คะแนน จำแนกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 45 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 45 คน

ตัวแปรต้น คือ การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ตัวแปรตาม คือ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน จำนวน 23 ชั่วโมง
2. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนสอนแบบปกติ เรื่องพลังงานความร้อน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน จำนวน 23 ชั่วโมง
3. แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 18 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน มีการวัดตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ความสามารถในการระบุปัญหา ความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐาน ความสามารถในการเชื่อมโยงสัมพันธ์ของข้อมูล และความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวน 18 ข้อ ในเวลา 90 นาที
2. ดำเนินการสอนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และดำเนินการจัดการเรียนการสอนกลุ่มควบคุมโดยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ
3. ทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวน 18 ข้อ ในเวลา 90 นาที หลังจากสิ้นสุดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนการเรียนรู้แล้ว

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติโดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีสองกลุ่มที่เป็นอิสระและไม่เป็นอิสระจากกัน

สรุปผลการวิจัย

1. คะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้
บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	Sig.
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
กลุ่มทดลอง	54	16.67	6.99	31.38	5.72	-15.21	.000

$P < .05$

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. คะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้
ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียนและหลังเรียน

คุณลักษณะการคิด เชิงวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง	t	Sig.
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
1. ความสามารถในการ ระบุปัญหา	9	4.58	2.43	6.24	0.74	11.32	-4.45	.000
2. ความสามารถในการ กำหนดประเด็นทาง วิทยาศาสตร์หรือ แนวคิดวิทยาศาสตร์	9	2.38	2.28	3.80	2.39	9.69	-3.43	.000
3. ความสามารถในการ สร้างสมมติฐานหรือ คาดคะเนคำตอบ	9	3.56	2.20	5.36	2.00	12.28	-5.44	.000

ตารางที่ 2 (ต่อ)

คุณลักษณะการคิด เชิงวิทยาศาสตร์	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง	t	Sig.
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
4. ความสามารถในการ ตรวจสอบสมมติฐาน	9	2.49	1.74	4.16	1.31	11.39	-5.07	.000
5. ความสามารถ เชื่อมโยงสัมพันธ์ของ ข้อมูล	9	2.62	2.07	5.93	1.83	22.58	-9.36	.000
6. ความสามารถในการ ประเมินข้อโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์	9	1.11	1.17	5.91	1.59	32.74	-17.15	.000

P < .05

จากตารางที่ 2 พบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิเคราะห์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะโดยรวมของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เมื่อพิจารณาตามคุณลักษณะตามการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ส่วนคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ ความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3. เมื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างผู้เรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้บนฐานแนวคิดของเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	กลุ่มทดลองหลังเรียน		กลุ่มควบคุมหลังเรียน		t	Sig.
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
การคิดเชิงวิทยาศาสตร์	54	31.38	5.72	11.49	5.84	17.22	.000

$P < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวลมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

อภิปรายผล

1. คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดของเมต้าเลเวลมีกระบวนการที่สำคัญสำหรับพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) การระบุปัญหา (Problem identifying) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติพิจารณาสถานการณ์ปัญหาดังคำถามหรือระบุประเด็นปัญหา และกำหนดประเด็นหรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ ซึ่งในขณะที่ผู้เรียนทำการฝึกกระบวนการเหล่านี้ ผู้เรียนรู้ถึงเป้าหมายของการศึกษา และวิธีการที่จะบรรลุเป้าหมายได้รวมทั้งให้เหตุผลถึงการได้มาซึ่งปัญหานั้น ๆ เช่นเดียวกับงานของวัชรภรณ์ แก้วดี (2548) ที่ได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกการตั้งคำถามหรือการระบุปัญหา พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการระบุปัญหาเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาที่ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับทักษะการระบุปัญหาในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คือ Beyer (1987) ได้ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีการระบุปัญหาโดยการแยกแยะสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันออกจากสิ่งที่ไม่มีความสัมพันธ์กันในสถานการณ์ปัญหาที่ต้องศึกษา ซึ่งเป็นการส่งเสริมฝึกทักษะการระบุปัญหาให้กับผู้เรียน 2) การสืบค้น (Searching) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนปฏิบัติการสืบค้น รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาตั้งสมมติฐาน แล้วเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดโดยใช้หลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่

เกี่ยวข้องซึ่งในขณะที่ผู้เรียนทำการฝึกกระบวนการเหล่านี้ ผู้เรียนจะมีการรู้คิดอยู่เสมอว่าข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาของข้อมูลและการให้เหตุผลของการได้มาของข้อมูล ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้จากแนวคิดของเมต้าเลเวลที่สอดคล้องกับจิตติมา กำลังเลิศ (2553) ที่ได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำการสืบค้นหาข้อมูลและคัดเลือกข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการสืบค้นมากขึ้น เป็นทักษะสำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 3) การตรวจสอบสมมติฐาน (Checking) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ฝึกการทดสอบสมมติฐานโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม เช่น ทำการทดลอง วิเคราะห์ เปรียบเทียบ รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ ในขณะที่ผู้เรียนทำการฝึกกระบวนการเหล่านี้ผู้เรียนรู้คิดอยู่เสมอควรเลือกใช้วิธีการในการศึกษาจึงจะเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น สอดคล้องกับทิสนา แจมมณี (2544: 148) ได้กล่าวว่าการทำการทดลองหรือการตรวจสอบสมมติฐานเป็นหนึ่งทักษะในการดำเนินการเพื่อแสวงหาข้อความรู้ที่เชื่อถือได้หรือแก้ปัญหาต่างๆ ให้ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ 4) การลงข้อสรุป (Inferring) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ตรวจสอบข้อมูล รวมถึงได้ตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้อื่นแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาลงข้อสรุปโดยการเชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องที่มีความน่าเชื่อถือมาประกอบโดยมีกระบวนการฝึกเกี่ยวกับการยอมรับข้อสรุปที่ไม่ชัดเจน ปฏิเสธข้อสรุปที่ไม่สมเหตุผล และอ้างถึงข้อสรุปที่สมเหตุผล ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ของข้อมูล แล้วนำมาลงข้อสรุปโดยการเชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องที่น่าเชื่อถือมาประกอบสนับสนุนผลการวิเคราะห์ เช่นเดียวกับงานของวัชรภรณ์ แก้วดี (2548) ที่ได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกการลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบไม่ว่าข้อสรุปที่ได้จะเป็นข้อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานพร้อมให้เหตุผลประกอบผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการพัฒนาทักษะการลงข้อสรุปพร้อมให้เหตุผลประกอบเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาที่ให้ความสำคัญกับทักษะการลงข้อสรุปคือ Schaefersman (1997: 1-2) โดยได้กำหนดทักษะการสรุปผลเป็นหนึ่งทักษะของกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการอธิบายวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ความรู้เกี่ยวกับโลกรธรรมชาติ 5) การโต้แย้ง (Argumenting) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ฝึกให้เหตุผลแสดงความคิดเห็น นำเสนอข้อเท็จจริงหรือการกล่าวอ้างจากทฤษฎีหรือหลักฐาน และการโต้แย้งหรือสื่อสารข้อสรุป โดยการนำเสนอข้อมูล หลักการหรือหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองและหักล้างข้อโต้แย้งของคนอื่น เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับได้ถูกต้องสมบูรณ์และสมเหตุผลสอดคล้องกับ Kuhn, & Udell. (2003 : 1245) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมการโต้แย้งว่าเป็นทักษะที่แสดงถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายหรือแสดงความคิดเห็นพร้อมแสดงหลักฐานเพื่อประกอบแนวคิดนั้น ๆ และยังมีนักการศึกษาที่

ให้ความสำคัญกับทักษะนี้คือ Kuhn. (2005) ที่ได้นำเสนอแนวทางการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการโต้แย้ง ซึ่งเป็นทักษะที่มีความสำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากทักษะนี้เป็นทักษะที่ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ในขั้นนี้ ครูเน้นย้ำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยมีกิจกรรมการสะท้อนคิด คือผู้เรียนได้นำข้อสรุปของตนเองมานำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจ หรือให้เหตุผลกับข้อสรุปของตนเอง โดยนำเสนอหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือไม่ว่าจะเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ กฎ ทฤษฎีต่างๆ หรืออาจเป็นข้อมูลจากการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับในข้อสรุปของตนเอง หรือมีการโต้แย้งด้วยหลักการอย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับจิตติมา กำลังเลิศ (2553) ได้มีการให้ผู้เรียนฝึกการโต้แย้งโดยนำเสนอหลักฐานจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือที่หลากหลายและใช้ความรู้วิทยาศาสตร์มาอธิบายอย่างสมเหตุสมผลพบว่า ผู้เรียนสามารถโต้แย้งได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ พร้อมทั้งนำเสนอหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ ส่งผลให้ทักษะความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวลทำให้คุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะคุณลักษณะของความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าสูงสุด ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะผู้เรียนได้ทำการฝึกการโต้แย้งโดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการ หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือหักล้างข้อโต้แย้งของคนอื่น เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับได้ถูกต้องและสมเหตุสมผล จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ได้ดี เกิดองค์ความรู้ที่ผ่านการตรวจสอบที่มีความน่าเชื่อถือและมีการสื่อสารองค์ความรู้ที่ได้ให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยบริบททางวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับSampson, & Blanchard. (2012:1123; อ้างถึงในประภา สมสุข, 2558: 25) ได้กล่าวถึงการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการให้เหตุผลในบริบททางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎี กฎหรือแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดจากการสร้างองค์ความรู้ที่ผ่านการตรวจสอบ นอกจากนี้ ประภา สมสุข (2558: 25) ได้กล่าวถึงความสำคัญเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้โดยใช้หลักฐานที่รวบรวมจากข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยใช้เหตุผลในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง นั้น ๆ แล้วนำไปสู่การลงข้อสรุปในบริบททางวิทยาศาสตร์ โดยนักการศึกษาได้นำทักษะนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนคือจิตติมา กำลังเลิศ (2553) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์แล้วให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการโต้แย้ง โดยนำเสนอข้อมูลด้วยหลักฐาน ที่มีความน่าเชื่อถือประกอบเพื่อให้ผู้อื่นยอมรับทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในทักษะการโต้แย้งได้ถูกต้องตาม

หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล จึงส่งผลให้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนสูงขึ้น ส่วนคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะของความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าน้อยกว่าคุณลักษณะอื่น ๆ อาจเป็นเพราะว่า ผู้เรียนมีองค์ความรู้ที่ไม่เพียงพอหรือไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากเนื้อหาที่ฝึกปฏิบัติได้กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีสถานการณ์ปัญหาไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงประเด็นปัญหาที่จะศึกษาไปสู่ประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ เช่น จากสถานการณ์ปัญหาที่ต้องทำการศึกษเกี่ยวกับเรื่องการถ่ายโอนความร้อน ผู้เรียนไม่สามารถบอกได้ว่าถ้าจะทำการศึกษาในเรื่องนี้จะต้องมีองค์ความรู้หรือข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องอะไรบ้าง ซึ่งผู้วิจัยต้องคอยกระตุ้น โดยการตั้งคำถาม ยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะนี้ตลอดการจัดการเรียนรู้จึงทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการความก้าวหน้าในทักษะนี้น้อยกว่าทักษะอื่น ๆ

3. จากผลการศึกษาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมตาดัชนีสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อาจเป็นเพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาดัชนี มีการฝึกปฏิบัติทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนทำให้ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดหรือแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ ได้อย่างมีหลักวิชาการ กล่าวคือผู้เรียนสามารถโต้แย้งโดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักฐานจากแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือ โดยผ่านการวิเคราะห์ ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจจะนำเสนอข้อมูลต่างๆ ได้เป็นอย่างดี สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้สามารถแก้ปัญหาและการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับความรู้อหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แต่มีการใช้เหตุผล หลักฐาน ข้อมูล และอาจมีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาประกอบในการตรวจสอบ หรือพิสูจน์จนกระทั่งได้คำตอบหรือข้อสรุปอย่างถูกต้องเชื่อถือ ซึ่งสอดคล้องกับ Kuhn. (2005) ได้กล่าวถึงความสำคัญเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งไว้ว่าเป็นกิจกรรมที่ต้องมีการนำเสนอข้อมูล (Facts) ความคิดเห็น (Opinion) และการกล่าวอ้าง (Claims) ที่ประกอบด้วยทฤษฎี (Theory) และหลักฐาน (Evidence) และเนื่องจากความสามารถในการโต้แย้งเป็นคุณลักษณะหนึ่งของผู้รู้วิทยาศาสตร์และเป็นกระบวนการหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สูงมากขึ้น กระบวนการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น ไม่มีในการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดที่เป็นระบบแบบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้การฝึกการกล่าวการโต้แย้งซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาแล้วนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนสื่อสารกับผู้อื่นให้ยอมรับในข้อสรุปของตนเอง

คังที Bergere, & Boelryk. (2004: 8-9) ได้กล่าวว่าการโต้แย้งเป็นการสรุปความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนอีกครั้งก่อนที่จะแสดงการโต้แย้งด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นการแสดงถึงแนวทางคำตอบหรือคำอธิบายในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการตั้งสมมติฐานหรือการคาดคะเนคำตอบซึ่งทักษะนี้ถือเป็นทักษะที่สำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวลมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำการสะท้อนคิดในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีระบบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวลไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องคอยควบคุมหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ โดยการใช้คำถาม ใช้สื่อการเรียนรู้พร้อมยกตัวอย่างประกอบการเรียนรู้ เพื่อดึงความสนใจของผู้เรียนให้มีส่วนร่วมกับการเรียนรู้ และให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น

2. ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในทุกกิจกรรมให้มีความต่อเนื่องและเสร็จสิ้นภายในชั่วโมงของการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวลกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น การคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิจารณ์ ความเป็นต้น

2. ควรทำการศึกษาวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวลอย่างต่อเนื่องกับผู้เรียนกลุ่มเดิมและติดตามผลจนกว่าผู้เรียนจะสำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). *การคิดเชิงสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.

เจตณีย์ บุญนาวา. (2552). *การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยเสริมกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

- จิตติมา กำลั้งเลิศ. (2553). การพัฒนาโมเดลการสร้างความรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับ
ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต. (เทคโนโลยีการศึกษา).
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ทิสนา แจมมณี. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอร์มาสเตอร์กรุ๊ป.
- ธิดารัตน์ อินปาติ๊ะ. (2554). ความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์.
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2539). โครงการวิทยาศาสตร์ การวิจัยวิทยาศาสตร์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ:
เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.
- ประพันธ์ศรี สุเสาร์จ. (2556). การพัฒนาการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินต์ติ้ง.
- ประภา สมสุข. (2558). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิง
วิทยาศาสตร์ แบบ 213C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญญานิพนธ์
การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วัชรภรณ์ แก้วดี. (2548). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟ
คอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต. (การสอนและเทคโนโลยี
การศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สิวลล กลฤทธิกร. (2554). การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้
ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์
ศึกษา). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2542). วิสัยทัศน์การเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์ ยุคหลังปี ค.ศ. 2000. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2556). สรุปผลการประเมินคุณภาพภายนอก รอบ
สาม (พ.ศ. 2554-2558) ของสถานศึกษา. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2541).
วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2548). การพัฒนาและประเมินทักษะการคิด เอกสารประกอบการ
ประชุมโครงสร้างและพัฒนาเครือข่ายการประเมิน: กำหนดกรอบโครงสร้างเครื่องมือ
ประเมินระดับท้องถิ่น. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

- Al-Ahmadi, F. (2008). *The development of scientific thinking with senior school physics students*. Doctoral dissertation. United Kingdom: University of Glasgow.
- Bergere, T., & Boelryk, A. (2004). *Applications of scientific thinking in the humanities and social sciences*. Prepared for the 15 th International Conference on College Teaching and Learning. March 29-April 2, 2004 (Version 2.0). Canada: Georgia.
- Beyer, B.K. (1987). *Practical strategies for teaching of thinking*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kuhn, D. (2001, January). How do people know. *Psychological Science*, 12(1).
- _____. (2005). Is development scientific thinking all about learning to control variables. *Psychological Science*, 16-866-870.
- Kuhn, D., & Pearsall, S. (2000). Developmental origins of scientific thinking. *Journal of Cognition and Development*, Vol.1.
- Oishin, B.B. (2007). *Scientific thinking and modernity meet traditional culture*. Phila Delphia :The Universiity of the Art Press.
- Schafersman, D.S. (1994). *An introduction to science scientific: Thinking and the Scientific method*. Retrieved June, 30, 2013, from <http://www.Freeinguiy.com/intro-to-sci.html>.
- _____. (1997). *An introduction to science: Scientific thinking and the scientific method*. Retrieved June 30, 2013, from <http://www.muohio.edu>.
