

การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิด
อย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
The development of science learning model for promotion
high school students' critical thinking

ฉันทชัย จันทะเสน¹

สมทรง สิทธิ²

อนุสรณ์ แสงประจักษ์³

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปและสภาพปัญหาของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2) เพื่อพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 3) เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น รูปแบบการวิจัยเป็นลักษณะการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) โดยระยะที่ 1 เป็นการศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎี และเก็บข้อมูลจากการสอบถามของครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 197 คน และตรวจสอบข้อมูลโดยใช้วิธีการสนทนากลุ่มจากครูวิทยาศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในการสอน จำนวน 5 คน ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ และระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม จำนวน 19 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 17 คน เป็นกลุ่มควบคุม ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทดสอบสมมติฐานโดยใช้ F-test (One-way MANCOVA)

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. สภาพทั่วไปและสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากพยายามจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และนักเรียนมีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับปานกลาง แต่มีพฤติกรรมที่ไม่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับมาก

¹ นิสิตปริญญาเอก สาขานวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² อาจารย์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ อาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4) ระบบสังคม 5) หลักการตอบสนอง 6) ระบบสนับสนุน ทั้งนี้ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ประกอบด้วย 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Check prior knowledge) 2) ขั้นสร้างความขัดแย้งทางความคิด (Confliction) 3) ขั้นการปฏิบัติ (Conduction) 4) ขั้นเปรียบเทียบและสรุป (Comparison and Concluding) 5) ขั้นการบ่มเพาะความคิด (Cultivation) และมีผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสูงกว่านักเรียนกลุ่มปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ สมรรถนะของงาน การรู้คิด

Abstract

This research aimed to study problem of science leaning, develop the science learning model for critical thinking promotion of high school students, and investigate effectiveness of this model. The methodology of this study was research and development (R&D) consisted of 3 phase as follows: (1) investigated data, concepts and theories from documents and survey study researches from 197 science teachers and confirmed by focus group from 5 experienced science teachers (2) developed science learning model for critical thinking promotion of high school students (3) Implement the science learning model for critical thinking promotion of high school students by experiment researches. The sample was the Mattayom 4/1 students in *Ta Kon Yang Pittayakom School*, 19 people for experiment group and 17 people from Mattayom 4/2 students for control groups. They all were selected by the cluster random sampling technique. The instruments used for the study included lesson plans, a critical thinking test, and a test on the integrated science skills. The data were analyzed by using mean, and standard deviation; as for testing hypotheses, F-test (One-way MANCOVA) were employed. The major results of the study were as follows :

1. The problem of science learning was a science teacher trying to taught for promoted critical thinking and students behavior that promoted critical thinking in medium levels. But their behavior did not promote critical thinking in high levels.

2. The results of developed science learning model for critical thinking promotion of high school students showed that there were 5 components, i.e. Principles of the model, goals and focusing on the model of teaching, Syntax of the Learning, social system, principle of reaction, and support system. It was found that there were 5 main procedures science learning model; Prior knowledge check, Confliction, Conduction, Comparison and Concluding, and Cultivation. The results of evaluate this model from was very good.

3. The students in the experimental group showed more critical thinking and integrated science process skills than the students in the control group at the .01 level of significance.

Keywords : Science Learning Model, Critical Thinking, Integrated Science Process Skills, Performance Task, Metacognition

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการพัฒนาความคิดขั้นสูง (High – ordered Thinking) ซึ่งทำให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางสังคม วัฒนธรรม และเทคโนโลยีอยู่ตลอดเวลา รวมไปถึงสามารถแก้ไขปัญหาและสามารถเลือกตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ในยุคข่าวสารเทคโนโลยีที่มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว การปูพื้นฐานการคิดและส่งเสริมการคิดจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง การได้รับการพัฒนาการคิดจะช่วยให้มนุษย์เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551 : 4-5) นอกจากนั้นวิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) ตลอดจนทำให้เกิดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) มีจิตใจเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) วิทยาศาสตร์จึงเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge – based Society) ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for all) (กรมวิชาการ, 2545 : 2)

การสอนวิทยาศาสตร์ ควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) การเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ได้เน้นที่เนื้อหาวิชา (Content) เพียงอย่างเดียวแต่ควรฝึกฝนและพัฒนาเพื่อให้เกิดความคิดในขั้นสูงด้วย เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545 : ประชญา วิสัยทัศน์ และกรอบทฤษฎี) รวมไปถึง ควรฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการสืบเสาะเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหา ซึ่งถ้านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีแล้ว ก็จะสามารถสร้างกระบวนการสืบเสาะได้อย่าง

ถูกต้องและ เหมาะสม และคำตอบที่ได้มาก็จะสมเหตุสมผล เป็นไปตามหลักความจริง ในการเรียนการสอนนั้น ต้องให้นักเรียนเป็นผู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพได้เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบร่วมในการค้นคว้าทดลอง และแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ขณะเดียวกันก็สามารถนำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2530ก : 2)

จากรายงานการวิจัย เกี่ยวกับการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2554 ปรากฏว่า ไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อยู่ในอันดับที่ 34 และ 29 จากประเทศที่เข้าร่วมประเมินทั้งหมด 52 ประเทศ (ปรีชาญ เดชศรี, 2555) และจากผลการประเมินคุณภาพทางการศึกษาในส่วนย่อยของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 มหาสารคาม โดยเฉพาะมาตรฐานทางด้านการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน พบว่ามีจำนวนโรงเรียนที่มีผลการประเมินคุณภาพการศึกษาไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 10 โรงเรียน จากจำนวนทั้งสิ้น 35 โรงเรียน คิดเป็นร้อยละ 28.57 (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2558) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดต่างๆ ยังมีปัญหาอยู่พอสมควร

จากที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ เป้าหมายและหลักสูตรของการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์มาแล้วนั้น จะเห็นได้ว่า จุดเน้นจะอยู่ที่กระบวนการคิด โดยเฉพาะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ซึ่งผู้วิจัยมองว่า เราควรส่งเสริม และพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญยิ่งในการดำรงชีวิตในโลกปัจจุบัน ซึ่งมีภาพหรือเหตุการณ์ที่สื่อออกมาที่มีความเป็นจริงและความเท็จมากมาย ซึ่งเราจะต้องคิดอย่างรอบครอบหรือใช้วิจารณญาณพิจารณามากที่สุดที่จะเชื่อหรือไม่เชื่อสิ่งเหล่านั้น ซึ่งหากผู้เรียนได้รับการฝึกกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะทำให้นักเรียนมีการคิดตัดสินใจอย่างรอบครอบ เห็นว่าเรื่องใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ สิ่งใดควรทำหรือไม่ควรทำ เพราะเหตุใด (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553 : 126-127)

จากที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมไปถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการสร้างสรค์ความรู้ ผสานกับเทคนิคการรู้คิด และการประเมินสมรรถนะของงาน มาเป็นแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปสอดแทรกในการสอนปกติและในเนื้อหาอื่นๆ ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปและสภาพปัญหาของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. เพื่อเปรียบเทียบ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ

สมมุติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังเรียนแตกต่างกัน

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการรวบรวมข้อมูลแบบผสมวิธี (Mixed-Method Methodology) มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1

เป็นการศึกษาสภาพทั่วไปและสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมี วิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey study) และตรวจสอบ ข้อมูลโดยการสนทนากลุ่ม (Focus group) ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น เพื่อกำหนดหลักการ เป้าหมายและ องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ประชากร ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จังหวัด มหาสารคาม จำนวน 332 คน จาก 35 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จังหวัด มหาสารคาม จำนวน 197 คน สำหรับการตอบแบบสอบถาม ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) และกลุ่มเป้าหมายสำหรับการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ ดีเด่น จำนวน 5 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามสำหรับสอบถามครูวิทยาศาสตร์ มีค่าความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 และแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม

ขั้นตอนการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามพร้อมหนังสือขอความร่วมมือเก็บข้อมูลไปยัง ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 เพื่อส่งแบบสอบถามต่อไปยังสถานศึกษา และผู้วิจัยเดินทางไปรับ แบบสอบถามคืน แล้วพิจารณาความสมบูรณ์และจัดระเบียบ ข้อมูล แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ตรวจสอบข้อมูลโดยใช้วิธีการสนทนากลุ่ม (Focus group) และศึกษาแนวทางการพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 2

เป็นการนำผลจากการศึกษาสภาพทั่วไป และสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดเป็น 2 ชั้น คือ

ชั้นที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และคู่มือการใช้รูปแบบ

ชั้นที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิด อย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมี วิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 8 แผน 32 ชั่วโมง ในสาระที่ 4 เรื่อง แรงและการ เคลื่อนที่ คลื่นและสมบัติคลื่น

2. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดสถานการณ์ แบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ การอนุมาน การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การนิรนัย การตีความ และการประเมินข้อโต้แย้ง มีค่าความยากตั้งแต่ 0.23 - 0.93 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.78 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่า 0.76 (Cronbach's Coefficient Alpha)

3. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีทั้งหมด 5 ด้าน ประกอบด้วย (สุวัตร นียมคำ, 2531 : 163-164) ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดคำนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะ การกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบซึ่งสร้างและพัฒนาโดย รองศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สุขศรีงาม มาปรับปรุงใช้ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.46-0.76 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.41-0.87 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.74

ระยะที่ 3

การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ในสถานการณ์ จริง ในลักษณะของการวิจัยเชิงทดลอง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนท่าขอนยาง พิทยาคม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวนทั้งสิ้น 75 คน จากจำนวน 3 ห้อง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนท่าขอน ยางพิทยาคม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 2 ห้อง โดยการใช้การสุ่มแบบกลุ่ม(Cluster Random Sampling) โดยได้ห้อง 4/1 จำนวน 19 คน สำหรับกลุ่มทดลอง และห้อง 4/2 จำนวน 17 คน สำหรับกลุ่มควบคุม

ตัวแปรที่วิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ รูปแบบการเรียนมี 2 รูปแบบ ดังนี้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ รูปแบบการเรียนแบบปกติ

ตัวแปรตาม ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) ใช้แผนการวิจัยแบบ Pretest – Posttest with Control Groups Design (Best, 1977 : 107)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้จากการพัฒนาเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือในระยะที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำความเข้าใจกับนักเรียน แล้วทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
2. กลุ่มทดลองสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมสอนด้วยแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู
3. เมื่อทำการทดลองเสร็จ ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบทดสอบการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
4. ตรวจสอบแบบทดสอบทั้งหมดแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ ทักษะกระบวนการชั้นบูรณาการระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และ ใช้ F –test (จิระพรรณ สุขศรีงาม, 2532 : 228) สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One-way MANCOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างหลังเรียน

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสภาพทั่วไป และสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากพยายามจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน แต่นักเรียนยังมีพฤติกรรมที่ไม่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับมาก เช่น นักเรียนไม่ค่อยมีความบากบั่นในการเผชิญอุปสรรคทางปัญญาหรือความยากลำบากต่างๆ คิดไม่เป็นระบบ ขาดความกระหายใคร่รู้ ชอบที่จะทำและคิดไปตามกลุ่มหรือ ตามฝูงชนอย่างไม่มีข้อวิพากษ์ใดๆ ส่วนพฤติกรรมที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบอยู่ในระดับปานกลาง

2. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4) ระบบสังคม 5) หลักการตอบสนอง 6) ระบบสนับสนุน ทั้งนี้ได้สังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ประกอบด้วย 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Check prior knowledge) 2) ขั้นสร้างความขัดแย้งทางความคิด (Confliction) 3) ขั้นการปฏิบัติ (Conduction) 4) ขั้นเปรียบเทียบและสรุป (Comparison and Concluding) 5) ขั้นการบ่มเพาะความคิด (Cultivation) ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนกลุ่มปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นและนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

สถิติทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	P
Pillai's Trace	.844	83.87**	2.00	31.00	.00
Wilks' Lambda	.156	83.87**	2.00	31.00	.00
Hotelling's Trace	5.411	83.87**	2.00	31.00	.00
Roy's Largest Root	5.411	83.87**	2.00	31.00	.00

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 1 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบที่แตกต่างกัน มีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นและนักเรียนที่เรียนแบบปกติ โดยการวิเคราะห์ One-way MANCOVA

Univariate F Test						
การทดสอบ		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	P
อย่างมีวิจารณ์ญาณ	Contrast	377.12	1	36.82	153.47**	.00
	Error	78.63	32	2.46		
ทักษะกระบวนการ ชั้นบูรณา	Contrast	35.37	1	93.49	6.59**	.01
	Error	171.76	32	5.37		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลปรากฏดังคะแนนเฉลี่ยตามตารางที่ 3

ตาราง 3 คะแนนค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มแบบปกติ

ผลการศึกษา	กลุ่มทดลอง			กลุ่มปกติ		
	N	$\bar{X}$	S.D.	N	$\bar{X}$	S.D.
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	19	26.53	2.76	17	18.76	1.89
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	19	12.26	2.64	17	9.59	2.06

จากตาราง 3 พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้น สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

อภิปรายผล

1. สภาพทั่วไปและสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากพยายามจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน แต่นักเรียนยังมีพฤติกรรมที่ไม่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับมาก

ผลการวิจัยปรากฏเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ในบริบทการจัดการวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนโดยส่วนมากจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ตีเน้นหนักการเรียนการสอนในเนื้อหาวิชามากกว่าการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด ครูโดยส่วนใหญ่ยังใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยาย ซึ่งทำให้นักเรียนขาดความกระหายใคร่รู้ เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน ครูโดยส่วนมากยึดขั้นตอนและวิธีการสอนจากคู่มือครูเป็นแนวปฏิบัติ อีกประเด็นหนึ่งค่านิยมของสังคมที่ไม่เน้นให้คนในสังคมต้องคิด เป็นเหตุหนึ่งส่งผลไปถึงระบบการจัดการศึกษาที่ยังไม่ได้ให้ความสำคัญในการสอนให้คนคิดเป็น ทำเป็น ประยุกต์เป็น แต่สอนให้จำสิ่งต่างๆ แล้วประเมินว่าคนที่ทำได้มากเป็นคนเก่ง นักเรียนที่เชื่อฟังครู ไม่ซักถาม ไม่โต้แย้ง คือนักเรียนที่ดี แต่นักเรียนที่คิดสลับซับซ้อน คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดเชิงวิพากษ์ ให้เหตุผล มักถูกมองว่าก้าวร้าว ไม่เชื่อฟัง ดังนั้น หากการสอนของครูไม่ได้ส่งเสริมให้เด็กคิดเป็นแล้วเมื่อเติบโตขึ้น จึงส่งผลให้เป็นคนที่ไม่คิดไม่เป็น และแก้ไขปัญหาให้กับตนเองไม่ได้ (ฉันท ชาติทอง, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัย เกี่ยวกับการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษา

คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2554 ปรากฏว่า ไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อยู่ในอันดับที่ 34 และ 29 จากประเทศที่เข้าร่วมประเมินทั้งหมด 52 ประเทศ (ปรีชาญ เดชศรี, 2555) และจากผลการประเมินคุณภาพทางการศึกษาในส่วนย่อยของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 มหาสารคาม โดยเฉพาะมาตรฐานทางการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน พบว่ามีจำนวนโรงเรียนที่มีผลการประเมินคุณภาพการศึกษาไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 10 โรงเรียน จากจำนวนทั้งสิ้น 35 โรงเรียน คิดเป็นร้อยละ 28.57 (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2558)

2. ผลการพัฒนาปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 1) หลักการ แนวคิด และทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4) ระบบสังคม 5) หลักการตอบสนอง 6) ระบบสนับสนุน ทั้งนี้ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Check prior knowledge) 2) ขั้นสร้างความขัดแย้งทางความคิด (Confliction) 3) ขั้นการปฏิบัติ (Conduction) 4) ขั้นเปรียบเทียบและสรุป (Comparison and Concluding) 5) ขั้นการบ่มเพาะความคิด (Cultivation) ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผลการประเมินความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ผลการวิจัยปรากฏเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก การออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ จะต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบเพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ดีและมีประสิทธิภาพ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เริ่มต้น จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน แนวคิด ทฤษฎีและข้อค้นพบจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน เพื่อกำหนดหลักการ เป้าหมายและองค์ประกอบอื่นๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องและสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ มีการกำหนดเป้าหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ครูผู้สอน สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ให้ตรงกับจุดมุ่งหมายของการสอนเพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและบรรลุผลสูงสุด ซึ่งการกำหนดกรอบโครงสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ Joyce, Weil, and Calhoun (2004 : 6) ที่เสนอแนะไว้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและเหมาะสมนั้น ควรมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการ แนวคิดทฤษฎีพื้นฐาน วัตถุประสงค์ของรูปแบบ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ระบบสังคม หลักการตอบสนอง ระบบสนับสนุน มาเป็นองค์ประกอบของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ในส่วนของกรอบแนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้สนับสนุนรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมาเป็นแนวคิดสำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานสำหรับขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Check prior knowledge) ขั้นสร้างความขัดแย้งทางความคิด (Confliction) และขั้นการปฏิบัติ (Conduction) และทฤษฎีการรู้คิด (Metacognition) ซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานสำหรับขั้นเปรียบเทียบและสรุป (Comparison and Concluding) การรู้คิด สนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดและทำให้ผู้เรียนเกิดการตระหนักรู้ว่า “นักเรียนเข้าใจหรือรู้อย่างไร” “ทำไมถึงรู้หรือเข้าใจเช่นนั้น” การรู้คิดช่วยในการพัฒนาการเรียนวิทยาศาสตร์ และเป็นประโยชน์ใน

เรื่องประสิทธิภาพในการรับรู้และการเข้าใจ การรู้คิดยังสามารถประยุกต์และขยายแนวความคิดและเพิ่มทักษะความคิดที่ยากๆได้ การสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีจะต้องใช้กระบวนการรู้คิดและต้องสร้างและพัฒนากระบวนการรู้คิดให้กับนักเรียนควบคู่กันไป (Hartman, 2001 : 173 - 201) นอกจากนี้ การรู้คิดยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดและมีผลทำให้สามารถคงทนความรู้ใหม่ได้ (Blank, 2000)

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนกลุ่มปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิจัยปรากฏเช่นนี้ อาจเนื่องมาจาก นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากเทคนิคการรู้คิด 3 ข้อ ได้แก่ ผู้เรียนมีความสามารถเข้าใจได้ (Intelligibility) มีความสามารถในการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง (Wide-applicability) และมีความสามารถเชื่อถือได้ (Plausibility) Beeth (1998) ซึ่งการรู้คิดช่วยในการพัฒนาการถ่ายโอนโครงสร้างการคิดเชิงเหตุผลได้ดี Mittlefehldt (2003) โดยผู้วิจัยได้นำเทคนิคนี้ไปสอดแทรกอยู่ในขั้นเปรียบเทียบและสรุป (Comparison and Concluding) โดยหลังจากนักเรียนได้สร้างหรือสรุปองค์ความรู้แล้ว นักเรียนจะได้ตอบคำถามเพื่อสะท้อนแนวคิดของตนเอง และเปรียบเทียบกับแนวคิดของคนอื่น (Thinking about Thinking) จากการเรียนร่วมมือกัน (Cooperative Learning) (Scanlon, 2000 : 463) ทั้งในกลุ่มเล็ก (Small Group) และกลุ่มใหญ่ โดยบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้จะเป็นลักษณะ การให้อิสระในการแสดงความคิดเห็น ไม่มีการประเมินถูกหรือผิด ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวมีส่วนสนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณบางประการได้อย่างเหมาะสม ตามความเชื่อของกลุ่มสร้างสรรค์นิยมเชิงสังคม (Social Constructivism) นอกจากนั้น ผู้วิจัยได้นำเอาหลักการประเมินสมรรถนะของงาน (Performance Task) มาเป็นส่วนหนึ่งในการบ่มเพาะการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โดยสอดแทรกอยู่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ขั้นการบ่มเพาะความคิด (Cultivation) โดยในทุกๆ แผน จะมีการฝึกและพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับขั้นการปฏิบัติ (Conduction) ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้วในการแปลความหมายของข้อสนเทศใหม่ จนกระทั่งเกิดความหมายต่อตนเอง ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม โดยใช้ กิจกรรมการทดลอง การค้นหาคำตอบ การออกแบบ การตั้งสมมุติฐาน เพื่อหาคำตอบของปัญหา ซึ่งสามารถฝึกและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวม คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวม สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนเรียนที่แบบปกติ ดังนั้น ครูผู้สอนสามารถนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาอื่นๆ หรือในรายวิชาวิทยาศาสตร์อื่นๆ ต่อไป

1.2 ในขั้นการบ่มเพาะความคิด (Cultivation) ซึ่งเป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้ สมรรถนะของงาน (Performance tasks) ซึ่งในขั้นนี้อาจจะใช้เวลาพอสมควร ครูผู้สอนควรมีการออกแบบกิจกรรมให้เนื้อหาท้าทายและนำไปสู่การคิด โดยใช้สถานการณ์จริง เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ตัดสินใจ ซึ่งครูสามารถปรับความเหมาะสมของกิจกรรมได้ โดยอาจจะให้นักเรียนได้นำเสนอหน้าหน้า หรือ ให้นักเรียนเขียนบรรยายคำตอบในใบงานก็ได้

1.3 ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น นักเรียนอาจจะไม่ยากคิด ไม่อยากทำกิจกรรม ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนคิด ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ และให้การเสริมแรงแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนมีความพยายาม

1.4 เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นอาจยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม และแต่ละครั้งในการจัดการเรียนรู้ควรใช้จัดการเรียนรู้ในครบทุกขั้น เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาการคิดอย่างต่อเนื่อง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้กับนักเรียนระดับที่สูงขึ้น โดยใช้ระยะเวลาในการทดลองมากขึ้นและใช้กับเนื้อหาสาระอื่นๆ มากกว่าหนึ่งสาระการเรียนรู้ เนื่องจากการวัดผลของการเรียน ซึ่งเราไม่ได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยตรง ซึ่งอาจจะต้องใช้ระยะเวลาในการทดลองยาวนานขึ้น ถึงจะพบการเปลี่ยนแปลง

2.2 ควรมีการศึกษากับตัวแปรอื่นๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและ เช่น ประสบการณ์ในการเรียนของนักเรียน ผลการเรียนของนักเรียน ระยะเวลาในการทดลอง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :

กระทรวงศึกษาธิการ.

ฉันท ชาติทอง. (2552). *การออกแบบการสอนแบบย้อนกลับ (Backward Design)*. พิมพ์ครั้งที่ 3. นครปฐม : เพชรเกษมการพิมพ์.

จิระพรรณ สุขศรีงาม. (2532). *ชีวิตที่ดีเบื้องต้น*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : สหมิตรพรินติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- ปรีชาญ เดชศรี. *ประกาศผลการประเมิน TIMSS*. [ออนไลน์]. ได้จาก :
<http://www.manager.co.th/QOL/ViewNews.aspx?NewsID=9550000150408>
[สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2557].
- ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2530). “ปรัชญาการศึกษากับการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์”, *วิจัยและพัฒนการ
เรียนการสอน*. 2(1) : 1-7 ; มกราคม – มิถุนายน.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติ : ในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ :
เจเนอรัลบุ๊กเซ็นเตอร์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ :
คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา . *ผลการประเมินคุณภาพภายนอก* [ออนไลน์]. ได้จาก :
<http://aqa.onesqa.or.th/SummaryReport.aspx> [สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2557].
- Beeth, M.E. (1998). “Teaching for Conceptual Change : Using Status as a Metacognitive Tool,” *Science Education*. 82(3) : 343-350.
- Best, J. W. *Research in Education*. 3rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall Inc.,
1997. Blank, L.M. (2000). “A Metacognitive Learning Cycle : A Better Warranty for Student Understanding,” *Science Education*. 84(4) : 486-516.
- Chun, M. (2010). *Taking Teaching To (Performance) Task : Linking Pedagogical and Assessment Practices*. Change 2/3 : 22-29.
- Hartmen, H. J. (2001). “Metacognition in Teaching and Learning : An Introduction,” *Instructional Science*. 2(4) : 173-201; October.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. *Models of Teaching*. 7th ed. Boston: Allyn & Bacon. 2004.
- Mittlefehldt, Sarah and Tina Grotzer. (2003). *Using Metacognition to Facilitate the Causal Models in Learning Density and Pressure*. [Online]. Available from :
<http://webharrard.edu/Research/UCPproject.htm> [accessed 20 October 2007].
- Scanlon , E. (2000). “How Gender Influences Learners Working Collaboratively with Sequence Simulation,” *Learning and Instruction*. 10 : 463-841.