

การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ใน
การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา

CURRENT CONDITIONS DESIRABLE CONDITIONS AND HOW TO
MANAGING LEARNING TO DEVELOP CRITICAL THINKING FOR SECONDARY
SCHOOL STUDENTS

Corresponding author¹,
Tanasak42@gmail.com¹

ธนศักดิ์ เจริญธรรม¹, สุธรรม ธรรมทัศนานนท์²
และ โกวัฒน์ เทศบุตร³
Tanasak Charernthum¹, Sutum Thamathussanonon²
and Kowat Tesaputa³

Received: September 3, 2018

Revised: November 26, 2018

Accepted: November 29, 2018

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายการวิจัยเพื่อศึกษา 1) องค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา และ 2) สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา การวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ระยะคือ ระยะที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และระยะที่ 2 ศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และครูหัวหน้างานวิชาการ จำนวน 918 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้

1. องค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา มี 6 องค์ประกอบหลัก 38 ตัวชี้วัด ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ผู้เรียน มี 2 ตัวชี้วัด 2) การวิเคราะห์หลักสูตรมี 3 ตัวชี้วัด 3) การกำหนดจุดประสงค์ มี 2 ตัวชี้วัด 4) การออกแบบการเรียนรู้ มี 14 ตัวชี้วัด 5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มี 14 ตัวชี้วัด 6) การวัดและประเมินผล มี 3 ตัวชี้วัด มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

¹ นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต หลักสูตรการบริหารและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก หลักสูตรการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม หลักสูตรการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

2. สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียน โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก สภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียน โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด วิธีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาทั้ง 6 องค์ประกอบ มี 8 วิธี คือ 1) การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การฝึกอบรม 3) การฝึกปฏิบัติในงาน 4) การใช้ระบบพี่เลี้ยง 5) การสอนงาน 6) การศึกษานอกสถานที่ 7) การนิเทศ และ 8) โรงเรียนเป็นฐาน

คำสำคัญ : การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์การจัดการเรียนรู้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ABSTRACT

The purposes of this research were to study 1) The elements and indicators of managing learning to promote student critical thinking for secondary school, and 2) The current conditions, desirable conditions and how to managing learning to promote student critical thinking in secondary school. The study was divided into 2 steps. The first step, 7 experts were selected using the purposive sampling in order to identify the learning factors and indicator of managing learning to promote student critical thinking in secondary school. After that, The research sample consisted of secondary science teachers, high school science teacher, and head academic, 918 teachers were selected by multi-stage random sampling. Instructional corrective data with the research instruments were the Validation checklist Suitability Configurations and Indicators Assessment, the Actual and Preferred Perception Questionnaire, and the Science Teacher Development Method. The statistics used were percentage, mean, and standard deviation. The results showed that 1. Learning factor and indicators of learning management to promote student critical thinking for secondary school were at highest level. There were 6 main learning factor and 38 indicators, which composes of; 1) 2 indicators of learners analysis, 2) 3 indicators of curriculum analysis, 3) 2 indicators of Objective, 4) 14 indicators of learning design, 5) 14 indicators of learning activity, and 6) 3 indicators of measurement and evaluation. 2. The Results of current characteristic were at high level and the desirable characteristic were at the highest level. The developed methods at consists of 1) self-study, 2) watching videos with excellent practice in schools, 3) workshop, 4) professional learning community, 5) practicing integration, 6) school-based learning, 7) supervision, and 8) mentoring and teaching evaluation.

Keywords : Science Teacher Development, Learning Management, Critical Thinking,

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญยิ่งต่อสังคมโลกในยุคปัจจุบันและอนาคต เพราะเกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคนทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ทำให้คนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์

คิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะที่สำคัญในการค้นหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่สามารถตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ทุกคนจึงควรได้รับการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for All) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศ และการดำเนินชีวิตที่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (Ministry of Education, 2008) ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นนอกจากความรู้และกระบวนการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แล้วทักษะและกระบวนการคิดของผู้เรียนเป็นส่วนสำคัญ จึงควรมีการเน้นวิธีการสอนการคิดซึ่งสามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ด้วยการฝึกฝนในสถานการณ์ที่เหมาะสม โดยเริ่มจากทักษะการคิดพื้นฐานเบื้องต้นต่อยอดด้วยการคิดในระดับที่สูงขึ้น (Office of the Education Council, 2009) ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้แบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 3 วิธี คือ 1) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 2) การสอนแบบโครงงาน และ 3) การสอนแบบทดลอง ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนค้นหา กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น คำตอบด้วยตนเอง (Learning by Doing) เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์แนวใหม่และแนวคิดทฤษฎีการเสริมสร้างความรู้ (Constructionist) โดยผ่านกระบวนการคิด ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้นกว่าการสอนแบบอื่น (Thanalawam Peakha, 2013)

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาด้านการคิดหรือการสอนทักษะการคิดเป็นเรื่องที่นักการศึกษาไทยและต่างประเทศให้ความสำคัญ (Prawet Wasi, 1996) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) มีแนวทางการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพเท่าเทียมและทั่วถึงโดย 1) ปฏิรูประบบบริหารจัดการทางการศึกษา 2) ปฏิรูประบบการคลังด้านการศึกษา 3) พัฒนาคุณภาพครูทั้งระบบ และ 4) ปฏิรูประบบการเรียนรู้ นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ คือ 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี นักเรียนทุกคนต้องได้เรียนรู้ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด 8 สาระ 13 มาตรฐานการเรียนรู้ โดยคาดหวังให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาและสร้างความเข้าใจวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และ PISA 2009 (คะแนน 425) พบว่ามีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตาม คะแนนยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมากกว่าครึ่งซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณภาพการศึกษาไทยแม้จะเกิดคำถาม มีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ผล นำไปสู่การตอบคำถามใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2008) และการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561) ได้กำหนดให้พัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หรือ 3R และ 4C ประกอบด้วย 3R: การอ่าน (Reading) การเขียน (Writing) คณิตศาสตร์ (Arithmetic) 4C: การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) ผู้เรียนจะสามารถพัฒนาความรู้ได้เมื่อได้รับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเป็นทักษะการคิดขั้นสูง Schraer and Stoltze (1968) ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาได้ด้วยการจัดการเรียนการสอน (Thompson, 1991) โดยการแลกเปลี่ยนบทบาท (Borworn Chythawin, 2559)

ในสภาพปัจจุบันผลการประเมินผู้เรียนในระดับประเทศภาพรวม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาไม่เป็นที่น่าพอใจนัก เมื่อพิจารณาจากผลคะแนนทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ หรือ O-NET ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ย 5 ปี คือ พ.ศ.2555–2559 ในวิชาวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าร้อยละ 50 รวมถึงการประเมินในระดับนานาชาติ อย่างเช่น PISA (Programme for International Student Assessment) แนวโน้มจากการประเมิน PISA 2000 จนถึง PISA 2015 พบว่า ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มลดลง โดยด้านวิทยาศาสตร์ PISA 2015 คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ 421 คะแนน ลดลงจาก PISA 2012 (คะแนน 444) อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ (มีผู้เรียนร้อยละ 75 ขึ้นไป) ได้ผลการประเมินต่ำที่สุดจากมาตรฐานทั้งหมด 14 มาตรฐาน หมายถึง โดยภาพรวมของการจัดการศึกษาผู้เรียนมียังห่างไกลจากความเป็นเลิศเมื่อเทียบกับประเทศเอเชียตะวันออก

ความพยายามที่จะยกระดับคุณภาพการศึกษายังคงเป็นภารกิจสำคัญที่ต้องดำเนินต่อไป (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2008, p. 4-5) “การศึกษาแนวโน้มในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระหว่างประเทศ” (Trends in International Mathematics and Science Study) หรือ TIMSS ผลการทดสอบในปีล่าสุด คือ ปี ค.ศ. 2015 พบว่าการประเมินนักเรียนของไทยระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ 456 คะแนน อยู่ในอันดับ 26 จากประเทศที่เข้าร่วมประเมิน 39 ประเทศ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2011 ที่ได้คะแนนเฉลี่ย 451 คะแนน แต่คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่านานาชาติที่ระดับ 500 คะแนน โดยประเทศที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ประเทศสิงคโปร์ ได้คะแนนเฉลี่ย 597 คะแนน รองลงมา คือ ประเทศญี่ปุ่น 571 คะแนน และจีน-ไทเป 569 คะแนน ตามลำดับ โดยผู้เรียนไทยส่วนใหญ่ยังมีระดับความสามารถทางการเรียนในระดับต่ำ (มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 400 – 474 คะแนน) ซึ่งเป็นระดับที่ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานอยู่บ้าง และมีผู้เรียนที่มีได้คะแนนต่ำกว่า 400 อยู่เป็นจำนวนมาก (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2008) และจากการสะท้อนผลการประเมินมาตรฐานการศึกษาของนักเรียนไทย โดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) หลังจากที่ได้สถานศึกษาใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานมาระยะหนึ่งพบว่า มาตรฐานด้านผู้เรียนมาตรฐานที่ 4 คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์อยู่ในระดับปรับปรุงเป็นส่วนใหญ่ จากการสรุปการประเมินผลของ สมศ.จากสถานศึกษา 17,562 แห่ง มีสถานศึกษาเพียงร้อยละ 11.1 ที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี ความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งสามารถออกแบบการเรียนรู้และการพัฒนาการคิดด้วยวิธีที่แตกต่างกันรับบทบาทของครูและผู้เรียน และมีความมุ่งมั่นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีวิจารณญาณคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ในมาตรฐานที่ 4 มีผู้เรียนบรรลุผลน้อยมาก (Office of the Education Council, 2007)

ครูเป็นบุคคลสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน (Duangkamol Phonak, 2002) เพราะครูเป็นผู้นำหลักสูตรไปใช้กับผู้เรียนในระดับชั้นที่ครูสอนโดยตรง (Educational Evaluation Office, 2007, p. 42) แต่ครูบางคนใช้การคิดเหมาะกับผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นไปเท่านั้น ครูจึงไม่ใช้กิจกรรมที่เน้นทักษะการคิดกับผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งเพิ่มความแตกต่างในทักษะการคิดระหว่างผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (Zohar, 2004; Torff and Sessions, 2006) และจากการวิเคราะห์สภาพการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน พบว่า ส่วนใหญ่ยังจัดกระบวนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เป็นแบบบรรยาย ไม่นั่นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (Ministry of Education, 2551, p. 56- 92) ระบบ

การศึกษายังไม่สามารถพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียนได้เท่าที่ควร เนื่องด้วยการจัดการเรียนการสอนยังมุ่งสอนให้คนคิดตามผู้สอนป้อนความรู้มากกว่าให้คิดสิ่งใหม่ ๆ และยังมียึดติดวัฒนธรรมการสอนแบบเดิมที่ผู้เรียนคิดสวนทางหรือไม่ตรงกับความคิดผู้สอนจะได้คะแนนไม่ค่อยดี อีกทั้งผู้สอนมีภาระงานสอนมาก (Office of the Education Council, 2007, p. 71-72) ความรู้ของครูเกี่ยวกับการสอนที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสอนและการเรียนรู้ของผู้เรียน ครูจึงควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิคการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รู้จักผู้เรียน และเข้าใจในการสอนที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Zohar and Schwartz, 2005; Barak, Ben-Chaim, and Zoller, 2007)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการพัฒนาครุวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาในรูปแบบใหม่ ทั้งนี้เพราะกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะศาสตร์ ทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการสอน จึงต้องอาศัยการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจึงจะประสบผลสำเร็จได้ เหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา ศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีการพัฒนาครุวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อนำไปพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาให้เกิดประสิทธิผลและประสิทธิภาพต่อไป

กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. กรอบแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ Tyler (1950), Glaser (1965), Gerlach and Ely (1971), Klausmeier and Ripple (1971), Kemp (1977), Gagne and Briggs (1979), Klausmeier and Ripple (1971), Dick and Carey (1996), Anderson (1997), Remley (2002), PimpanDachakupt (2008) ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก 38 ตัวชี้วัด ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ผู้เรียน จำนวน 2 ตัวชี้วัด 2) การวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 3 ตัวชี้วัด 3) การกำหนดจุดประสงค์ จำนวน 2 ตัวชี้วัด 4) การออกแบบ การเรียนรู้ จำนวน 14 ตัวชี้วัด 5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 14 ตัวชี้วัด 6) การวัดและประเมินผล จำนวน 3 ตัวชี้วัด

2. กรอบแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาครู ตามแนวคิดของ Spark and Loucks-Horsley (1989), Nadler (1989), Fullen and Hargreaves (1992), Hughes (1999) ประกอบด้วย 1) การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) ชมวีดิทัศน์โรงเรียนที่มีวิธีการปฏิบัติเป็นเลิศ 3) การประชุมเชิงปฏิบัติการ 4) การบูรณาการแบบสอดคล้องกับการปฏิบัติงาน 5) ระบบพี่เลี้ยงและการสอนงาน 6) ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

2. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีพัฒนาครุวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

2.2 เพื่อศึกษาสภาพที่พึงประสงค์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของ ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และหัวหน้างานวิชาการเกี่ยวกับวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา : สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ต่อไปนี้

1. นักวิชาการในสถาบันอุดมศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกและสอนในรายวิชาหลักสูตรและการสอนมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 2 คน
2. ครูวิทยาศาสตร์ วิทยฐานะเชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณหรือมีประสบการณ์ที่เกี่ยวกับหลักสูตรและการสอน จำนวน 3 คน
3. ศึกษานิเทศก์ วิทยฐานะชำนาญพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จำนวน 2 คน

ระยะที่ 2 ศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา ประชากรที่ศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 1,549 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 306 โรง แต่ละโรงเรียนมีผู้ให้ข้อมูล 3 คน ประกอบด้วย ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และครูหัวหน้างานวิชาการรวม 918 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) ขั้นที่ 1 แบ่งจังหวัดออกเป็นภูมิภาคต่างๆ 4 ภูมิภาคตามหลักภูมิศาสตร์ได้แก่ภาคเหนือภาคกลางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ดำเนินการสุ่มจำนวนจังหวัดของแต่ละภาค โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 30 ขั้นที่ 2 ดำเนินการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน ขั้นที่ 3 ดำเนินการสุ่มตัวอย่างโรงเรียนตามสัดส่วน โดยการสุ่มอย่างง่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ระยะที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบประเมินตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวชี้วัดของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวชี้วัด
 2. ร่างแบบประเมินตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวชี้วัดของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา
 3. นำแบบประเมินตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวชี้วัด ของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา เสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ
 4. นำแบบประเมินตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวชี้วัดของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ความเหมาะสมของภาษาได้ค่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.8–1.0
- ระยะที่ 2 ศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามเพื่อสำรวจรายการ (Check list) สอบถามสภาพทั่วไป ประกอบด้วย อายุ วิทยฐานะ ประสบการณ์ในการสอน ระดับชั้นที่สอน ขนาดของสถานศึกษาที่ปฏิบัติงาน

ตอนที่ 2 ข้อคำถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและความต้องการในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาทั้ง 6 องค์ประกอบ โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คนละ 1 ฉบับ โดยให้เลือกว่าสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาอยู่ในระดับใด

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาโดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) โดยเลือก 3 วิธีที่เห็นว่ามีประสิทธิภาพ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามสภาพปัจจุบันสภาพที่พึงประสงค์ และวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา
2. ร่างแบบสอบถามสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

3. นำแบบสอบถามสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา เสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. นำแบบสอบถามสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ความเหมาะสมของภาษา โครงสร้าง และรูปแบบได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.6 – 1.0

5. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้กับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จำนวน 40 คน จำนวนแบบสอบถามที่เข้าเกณฑ์ดังกล่าว จำนวน 82 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.876

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

กระบวนการในการเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

1. การศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

2. การสังเคราะห์ข้อมูลจากข้อ 1 เพื่อให้ได้องค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

3. ศึกษาความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน เกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวชี้วัดของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัศึกษานำข้อมูลความเหมาะสมขององค์ประกอบที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ระยะที่ 2 ศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

1. เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเป็นครูโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 306 โรงเรียน มีผู้ให้ข้อมูล 3 คน ประกอบด้วย ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และครูหัวหน้างานวิชาการรวม 918 คน

2. วิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา โดยเลือกกว่าวิธีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาได้ที่ต้องการ

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

1. สถิติพรรณนา (descriptive statistic) เพื่อบรรยายลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)
2. วิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (Index of congruence: IOC)
3. วิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยการหาความคงที่ภายในด้วยสูตรของ Kuder-Richardson (KR-20)

สรุปผลการวิจัย

ระยะที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาตรวจสอบและยืนยันความเหมาะสมโดยผู้ทรงคุณวุฒิประกอบด้วยครุศึกษานิเทศก์ และคณาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ จำนวน 7 คน ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่างค์ประกอบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา 6 องค์ประกอบประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ผู้เรียน ประกอบด้วย 2 ตัวชี้วัด 2) การวิเคราะห์หลักสูตร ประกอบด้วย 3 ตัวชี้วัด 3) การกำหนดจุดประสงค์ ประกอบด้วย 2 ตัวชี้วัด 4) การออกแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วย 15 ตัวชี้วัด 5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 15 ตัวชี้วัด 6) การวัดและประเมินผล ประกอบด้วย 3 ตัวชี้วัด ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวชี้วัดโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบการจัดการเรียนรู้

เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

องค์ประกอบ	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. การวิเคราะห์ผู้เรียน	4.79	0.11	มากที่สุด
2. การวิเคราะห์หลักสูตร	4.86	0.0	มากที่สุด
3. การกำหนดจุดประสงค์	5.00	0.00	มากที่สุด
4. การออกแบบการเรียนรู้	4.83	0.09	มากที่สุด
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.81	0.07	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล	4.91	0.08	มากที่สุด
โดยรวม	4.87	0.06	มากที่สุด

ระยะที่ 2 ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิวัฒนาการครุวิทยาการในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

2.1 สภาพปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา พบว่าสภาพปัจจุบันการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา โดยรวมและรายด้านมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก

2.2 สภาพที่พึงประสงค์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา พบว่า สภาพที่พึงประสงค์การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา โดยรวมและรายด้านมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุดยกเว้นด้านการวิเคราะห์ผู้เรียนระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

องค์ประกอบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน	สภาพปัจจุบัน			สภาพที่พึงประสงค์		
	\bar{X}	S.D.	ระดับการปฏิบัติ	\bar{X}	S.D.	ระดับการปฏิบัติ
1. ด้านการวิเคราะห์ผู้เรียน	4.31	0.32	มาก	4.47	0.29	มาก
2. ด้านการวิเคราะห์หลักสูตร	4.18	0.14	มาก	4.71	0.11	มากที่สุด
3. ด้านการกำหนดจุดประสงค์	4.29	0.22	มาก	4.71	0.08	มากที่สุด
4. ด้านการออกแบบการเรียนรู้	4.01	0.15	มาก	4.84	0.05	มากที่สุด
5. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.08	0.15	มาก	4.76	0.07	มากที่สุด
6. ด้านการวัดและประเมินผล	4.01	0.23	มาก	4.65	0.07	มากที่สุด
โดยรวม	4.15	0.20	มาก	4.69	0.11	มากที่สุด

2.3 ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และหัวหน้างานวิชาการ เกี่ยวกับวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาแต่ละองค์ประกอบ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 3 ความถี่ ร้อยละ และลำดับวิธีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาแต่ละองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	วิธีการพัฒนา	ความถี่	ร้อยละ	ลำดับ
1. การวิเคราะห์ผู้เรียน	1. การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง	855	32.24	1
	2. การศึกษานอกสถานที่	240	9.05	6
	3. การฝึกอบรม	558	21.04	2
	4. การฝึกปฏิบัติในงาน	375	14.14	3
	5. การให้ระบบพี่เลี้ยง	258	9.73	4
	6. การสอนงาน	243	9.16	5
	7. การนิเทศ	72	2.71	7
	8. โรงเรียนเป็นฐาน	51	1.92	8

องค์ประกอบ	วิธีการพัฒนา	ความถี่	ร้อยละ	ลำดับ
2. การวิเคราะห์หลักสูตร	1. การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง	834	31.45	1
	2. การศึกษานอกสถานที่	204	7.69	6
	3. การฝึกอบรม	642	24.21	2
	4. การฝึกปฏิบัติในงาน	336	12.67	3
	5. การใช้ระบบพี่เลี้ยง	273	10.29	4
	6. การสอนงาน	258	9.73	5
	7. การนิเทศ	69	2.60	7
	8. โรงเรียนเป็นฐาน	36	1.36	8
3. การกำหนดจุดประสงค์	1. การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง	858	32.35	1
	2. การศึกษานอกสถานที่	240	9.05	6
	3. การฝึกอบรม	462	17.42	2
	4. การฝึกปฏิบัติในงาน	423	15.95	3
	5. การใช้ระบบพี่เลี้ยง	264	9.95	4
	6. การสอนงาน	258	9.73	5
	7. การนิเทศ	75	2.83	7
	8. โรงเรียนเป็นฐาน	72	2.71	8
4. การออกแบบการเรียนรู้	1. การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง	474	17.87	1
	2. การศึกษานอกสถานที่	222	8.37	6
	3. การฝึกอบรม	720	27.15	2
	4. การฝึกปฏิบัติ ในงาน	258	9.73	5
	4. การใช้ระบบพี่เลี้ยง	459	17.31	3
	5. การสอนงาน	432	16.29	4
	6. การนิเทศ	63	2.38	7
7. โรงเรียนเป็นฐาน	24	0.90	8	
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง	480	18.10	1
	2. การศึกษานอกสถานที่	216	8.14	6
	3. การฝึกอบรม	711	26.81	2
	4. การฝึกปฏิบัติในงาน	261	9.84	5
	5. การใช้ระบบพี่เลี้ยง	438	16.52	3
	6. การสอนงาน	414	15.61	4
	7. การนิเทศ	87	3.28	7
	8. โรงเรียนเป็นฐาน	45	1.70	8

องค์ประกอบ	วิธีการพัฒนา	ความถี่	ร้อยละ	ลำดับ
6. การวัดและประเมินผล	1. การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง	408	15.38	1
	2. การศึกษานอกสถานที่	255	9.62	6
	3. การฝึกอบรม	828	31.22	2
	4. การฝึกปฏิบัติในงาน	312	11.76	5
	5. การใช้ระบบพี่เลี้ยง	372	14.03	4
	6. การสอนงาน	447	16.86	3
	7. การนิเทศ	57	2.15	7
	8. โรงเรียนเป็นฐาน	63	2.38	8

1. ด้านการวิเคราะห์ผู้เรียนเรียงจากมากไปน้อย คือ 1) การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การฝึกอบรม 3) การฝึกปฏิบัติในงาน 4) การใช้ระบบพี่เลี้ยง 5) การสอนงาน 6) การศึกษานอกสถานที่ 7) การนิเทศ และ 8) โรงเรียนเป็นฐาน ตามลำดับ

2. ด้านการวิเคราะห์หลักสูตรเรียงจากมากไปน้อย คือ 1) การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การฝึกอบรม 3) การฝึกปฏิบัติในงาน 4) การใช้ระบบพี่เลี้ยง 5) การสอนงาน 6) การศึกษานอกสถานที่ 7) การนิเทศ และ 8) โรงเรียนเป็นฐาน ตามลำดับ

3. ด้านการกำหนดจุดประสงค์เรียงจากมากไปน้อย คือ 1) การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การฝึกอบรม 3) การฝึกปฏิบัติในงาน 4) การใช้ระบบพี่เลี้ยง 5) การสอนงาน 6) การศึกษานอกสถานที่ 7) การนิเทศ และ 8) โรงเรียนเป็นฐาน ตามลำดับ

4. ด้านการออกแบบการเรียนรู้เรียงจากมากไปน้อย คือ 1) การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การฝึกอบรม 3) การใช้ระบบพี่เลี้ยง 4) การสอนงาน 5) การฝึกปฏิบัติในงาน 6) การศึกษานอกสถานที่ 7) การนิเทศ และ 8) โรงเรียนเป็นฐาน ตามลำดับ

5. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียงจากมากไปน้อย คือ 1) การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การฝึกอบรม 3) การใช้ระบบพี่เลี้ยง 4) การสอนงาน 5) การฝึกปฏิบัติในงาน 6) การศึกษานอกสถานที่ 7) การนิเทศ และ 8) โรงเรียนเป็นฐาน ตามลำดับ

6. ด้านการวัดและประเมินผลเรียงจากมากไปน้อย คือ 1) การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การฝึกอบรม 3) การสอนงาน 4) การใช้ระบบพี่เลี้ยง 5) การฝึกปฏิบัติในงาน 6) การศึกษานอกสถานที่ 7) การนิเทศ และ 8) โรงเรียนเป็นฐาน ตามลำดับ

อภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้มีประเด็นสำคัญที่ค้นพบจากการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา สามารถนำมาอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้ดังนี้

1. องค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ 1) การวิเคราะห์ผู้เรียน 2) การวิเคราะห์หลักสูตร 3) การกำหนดจุดประสงค์ 4)

การออกแบบการเรียนรู้ 5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6) การวัดและประเมินผล มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้ เพราะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา แล้วนำมาสังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาจากนักวิชาการและนักการศึกษา ทั้งในประเทศและต่างประเทศ จะได้องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาที่เป็นกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical framework) หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อความที่แสดงถึงตัวชี้วัดของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา มาจัดทำเป็นเครื่องมือที่เป็นแบบตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวชี้วัดของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน ได้ทำการพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของตัวชี้วัดกับองค์ประกอบหลักโดยรวมและรายด้าน มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีองค์ประกอบและตัวชี้วัด องค์ประกอบ 1) การวิเคราะห์ผู้เรียนมี 2 ตัวชี้วัด 2) การวิเคราะห์หลักสูตร มี 3 ตัวชี้วัด 3) การกำหนดจุดประสงค์ มี 2 ตัวชี้วัด 4) การออกแบบการเรียนรู้มี 14 ตัวชี้วัด 5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มี 14 ตัวชี้วัด 6) การวัดและประเมินผล มี 3 ตัวชี้วัด สอดคล้องกับ Tikampon Boonmak (2015) ได้วิจัยพัฒนาระบบพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนขยายโอกาสที่ผู้วิจัยพัฒนา ประกอบด้วยองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ 7 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ 2) การศึกษาคุณลักษณะผู้เรียน 3) การกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ 4) การกำหนดเนื้อหา 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6) การประเมินผล 7) การให้ข้อมูลป้อนกลับซึ่งมีความเหมือนกับงานวิจัยนี้ที่มีองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ 6 องค์ประกอบ คือ 1) การวิเคราะห์ผู้เรียน 2) การวิเคราะห์หลักสูตร 3) การกำหนดจุดประสงค์ 4) การออกแบบการเรียนรู้ 5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6) การวัดและประเมินผล

2. สภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ และวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา

2.1 สภาพปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมากเป็นเพราะผู้วิจัยดำเนินการนำเอาผลการวิจัยในระยะที่ 1 การวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา มาใช้สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นให้ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และครูหัวหน้างานวิชาการ ได้ลงระดับความเห็นต่อสภาพปัจจุบันการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาสอดคล้องกับ Suwapid Khunwisitsiri (2017) ได้วิจัยการพัฒนาแนวทางพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 4 มีสภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากซึ่งมีความเหมือนกับงานวิจัยนี้ได้ผลการศึกษาจากแบบสอบถามที่สร้างข้อคำถามจากองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ 6 องค์ประกอบ

2.2 สภาพที่พึงประสงค์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นเพราะผู้วิจัยดำเนินการนำเอาผลการวิจัยในระยะที่ 1 การวิเคราะห์

และสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา มาใช้สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นให้ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และครูหัวหน้างานวิชาการ ได้ลงระดับความเห็นต่อสภาพที่พึงประสงค์การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาสอดคล้องกับ Suwapid Khunwisitsiri (2017) ได้วิจัยการพัฒนาแนวทางพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 4 สภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดซึ่งมีความเหมือนกับงานวิจัยนี้ได้ผลการศึกษาจากแบบสอบถามที่สร้างข้อคำถามจากองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ 6 องค์ประกอบ

2.3 ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และหัวหน้างานวิชาการ เกี่ยวกับวิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา พบว่า วิธีพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การฝึกอบรม 3) การฝึกปฏิบัติในงาน 4) การใช้ระบบพี่เลี้ยง 5) การสอนงาน 6) การศึกษานอกสถานที่ 7) การนิเทศ และ 8) โรงเรียนเป็นฐาน สอดคล้องกับ Chanokphorn Juthasong (2016) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู สังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย พบว่า วิธีเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ เรียงตามลำดับความถี่จากมากไปหาน้อย ได้แก่ การฝึกอบรม/ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การให้ดูงานนอกสถานที่ การสอนงาน การศึกษาด้วยตนเอง การระดมสมอง และการประชุมกลุ่มย่อยซึ่งผลการศึกษาเหมือนกับงานวิจัยนี้ ที่สร้างแบบสอบถามวิธีพัฒนาครูจากกรอบแนวคิดของนักการศึกษาที่เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของครูวิทยาศาสตร์ควรนำวิธีการพัฒนาที่หลากหลายบูรณาการในการพัฒนา เช่น การศึกษาด้วยตนเอง การชมวีดิทัศน์โรงเรียนที่มีวิธีการปฏิบัติเป็นเลิศ การประชุมเชิงปฏิบัติการ ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ การบูรณาการแบบสอดแทรกกับการปฏิบัติงาน การใช้โรงเรียนเป็นฐาน การนิเทศ และระบบพี่เลี้ยงและการสอนเป็นต้น ไม่ควรใช้วิธีพัฒนาเพียงวิธีใดวิธีหนึ่งมาใช้ในการพัฒนา
2. ผู้บริหารของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาควรกำกับ ดูแล และติดตามการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของครูวิทยาศาสตร์ตามอย่างใกล้ชิด โดยให้ความสำคัญต่อผลการพัฒนา
3. การเลือกใช้วิทยากรในการประชุมเชิงปฏิบัติการตามโปรแกรม ควรเลือกวิทยากรที่มีความรู้ ความสามารถ หรือมีประสบการณ์ หรือมีความเชี่ยวชาญตามประเด็นในการประชุมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของครูวิทยาศาสตร์
4. ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความตระหนักและเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยพัฒนาตนเองในหลายวิธี เช่น การศึกษาด้วยตนเอง การชมวีดิทัศน์โรงเรียนที่มีวิธีการปฏิบัติเป็นเลิศ การประชุมเชิงปฏิบัติการ ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ การบูรณาการแบบสอดแทรกกับการปฏิบัติงาน การใช้โรงเรียนเป็น

ฐาน การนิเทศ และระบบที่เลี้ยงและการสอนแนะ เป็นต้นเพื่อให้ครูสามารถพัฒนาตนเองให้จัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยวิธีการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาวิธีอื่น ๆ ที่มุ่งส่งเสริมและพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
2. ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน สำหรับครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ

บรรณานุกรม

- Anderson, T. P. *Using models of Instruction*. In C. R. Dills and A.J. Romiszowski (eds.), *Instructional development paradigms*. Englewood Cliffs, NJ: Education Technology Publications, 1997.
- Borworn Chythawin. (2016). Critical Reading Ability Development Through Reciprocal Teaching: A Case Study of Secondary School Students in Thailand. *Journal of Education Research Faculty of Education, Srinakharinwirot University, 10(1)*, 200-213. (In Thai)
- Chanokphorn Juthasong. (2016). *The Development of Program to Enhance Learning Management Competency of Teachers under Office of the Non-Formal and Informal Education*. Doctoral of Education, Mahasarakham University. (In Thai)
- Dick, W. and L. Carey. (1996). *The Systematic Design of Instruction*. 4thed. New York Harper Collins College Publishers.
- Duangkamol Phonak. (2002). *A Study of Variables Affecting Critical Thinking of Secondary School Students. Year 3 in Bangkok with multiple intelligence analysis*. Master of Education Program, Srinakharinwirot University. (In Thai)
- Educational Evaluation Office, Ministry of Education. (2007). *Synthesis Report on Factors and Factors Affecting Thai Education Quality*. Bangkok :Educational Evaluation Office. (In Thai)
- Fullen, M. and Hargreaves, A. (1992). *Teacher Development and Education Change*. London: the Falmer Press.
- Gagne, R.M. and A.M, Briggs. (1979). *Principles of Instructional Design*. New York : Holt, Rinehart and Winston
- Gerlach, V. S. and D. P. Ely. (1971). *Teaching and Media: A Systematic Approach*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Glaser, Robert. (1965). *Toward a Behavioral Science Base for Instructional Design*. In: R. Glaser (Ed.). *Teaching Machines and Programmed Instruction, II: data and Directions*. Washington: Department of Audiovisual Instruction, National Education Association.
- Hughes, A.L. (1999). Phylogenies of Developmentally Important Proteins do not Support the Hypothesis of Two Rounds of Genome Duplication Early in Vertebrate History. *Journal of Molecular Evolution, 48(5)*: 565 – 576.
- Kemp, J.E. (1977). *Instructional Design: A Plan for unit and course development*. California: Fearon – Pitman Publishers, Inc.

- Klausmeier, H.J. and Ripple, R.E. (1971). *Learning and Human Abilities : Educational Psychology*. 3rd ed. New York: Harper and Row.
- Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551*. Bangkok: Ministry of Education, Office of the Education Council. (In Thai)
- Nadler, L. and Nalder, Z. (1989). *Developing Human Resoueces*. San Fransisco: Zessey – Bass Pubishers.
- Office of the Education Council. (2009). *Educational reform proposal in the second decade (2009-2018)*. Bangkok: Prikwarn Graphic CO., LTD. (In Thai)
- Office of the Education Council. (2007). *Research Report on Globalization Impact on Thai Education Management in the Next 5 Years*. Nonthaburi: Offset Printing. (In Thai)
- Prawet Wasi. (1996). *Intellectual process*. Bangkok: Foundation for SI-Sarit Wong Office of the National Education Commission. (In Thai)
- Remley, T. D. (2002). Foreword-special issue: Legal and ethical issues in school counseling. *Professional School Counseling*. Retrieved from http://findarticles.com/p/articles/mi_m0KOC/is_1_6/ai_93700933/?tag=rbxcra.2.a.22.
- Schraer, W.D. and Stoltze, H.J. (1993). *Biology The Study of Life*. New York: Prentice Hall.
- Sparks, D., & Loucks-Horsley, S. (1989). Five models of staff development for teachers. *Journal of Staff Development*, 10(4), 40–57.
- Suwapid Khunwisitsiri. (2017). *The Development of Guidelines to Developing Teachers in The Curriculum to Promote the Critical Thinking under Udonthani Primary Education Service Area Office 4*. Doctoral of Education, Mahasarakham University. (In Thai)
- Pimpan Dachakupt et al. (2008). *Skills 5C For the development of learning units and the management of standardized instruction*. Bangkok: Chulalongkorn University. (In Thai)
- Thanalawam Pealkha. (2013). The Effect of Inquiry Cycle Using Mind-map Technique Toward Science Learning Achievement and Analysis Process of Mathayomsuksa 2 in Srinakharinwirot Prasarnmit Demonstration School (Secondary). *Journal of Education Research Faculty of Education, Srinakharinwirot University*, 8(1), 79-86. (In Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2008). *Guide to Learning Science Learning*. Bangkok: Transportation Organization and Package. (In Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2016). *Summary of Project Results TIMSS 2015*. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao. (In Thai)
- The Office for National Education Standards and Quality Assessment (Public Organization). (2007). *First Round External Quality Assessment Report basic education (2001-2005)*. Bangkok :Amarin Printing & Publishing Public Co. (In Thai)
- Thompson, B. (1991). Reliability and Concurrent Validity of a Measure of Critical Thinking Skill in Biology. *Journal of Research in Science Teaching*. 28, 183-192.

- Tyler, R.W. (1950). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tikampon Boonmak. (2015). *Teacher Development System in Learning Management of Educational Extension Opportunities in School*. Doctoral of Education, Mahasarakham University.(In Thai)
- Zohar A, Schwartzer N. (2005). Assessing teachers' pedagogical knowledge in the context of teaching higher-order thinking. *International Journal of Science Education*.27(13), 1595-1620.