



**การเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ที่บูรณาการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

**Enhancing Seventh Grade Students' Content Knowledge and Critical Thinking Ability
Integrated with Science Process Skills through Scientific Inquiry**

Received: November 28, 2018

Revised: December 14, 2018

Accepted: December 18, 2018

กิตติสาร เหล่าหม่อมณี*

Kitisaorn Laohammanee

นันทรัตน์ เครืออินทร์**

Nantarat Kruea-In

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่บูรณาการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตภาคกลางตะวันตกจำนวน 3 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 120 คน เก็บรวบรวมข้อมูลในปีการศึกษา 2559 เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบวัดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ระดับ ได้แก่ 1) Confirmed Inquiry 2) Directed Inquiry 3) Guided Inquiry และ 4) Opened Inquiry ซึ่งเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ร่วมกับการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการตัดสินใจบนพื้นฐานของหลักฐานที่ถูกต้อง และความสอดคล้องของข้อมูลและข้อสรุป โดยครอบคลุมเนื้อหา 5 เรื่อง คือ เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พืช สารและสมบัติของสาร สารละลาย และกรดเบสในชีวิตประจำวัน ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล 14 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีพัฒนาการทั้งด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลจากการสังเกตอย่างมีส่วนร่วมและสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการพบว่าความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประสบการณ์ในการฝึก และแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

* นิสิตปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

** อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน



คำสำคัญ : การคิดอย่างมีวิจารณญาณ/ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์/ มัธยมศึกษาตอนต้น

Abstract

The objective of this research was to study the effectiveness of scientific inquiry learning on seventh grade students' content knowledge and critical thinking ability integrated with science process skills. The participants consisted of 120 students from 3 classrooms of a middle school in Western region. Data were collected in the first semester of 2016 academic year. The research instrument were 1) the science content knowledge test, 2) the critical thinking ability test, and 3) the learning activity employing four levels of scientific inquiry; (1) Confirmed Inquiry, (2) Directed Inquiry, (3) Guided Inquiry, and (4) Opened Inquiry. The designed learning activities emphasized on ability to perform practical skills in given situation and to reflect thinking to judge reliability, accuracy, and consistency of the collected data and results. The learning activities covered five topics: cells of organisms, plants, substances and their properties, solutions and acid&base in everyday life. The data collection took 14 weeks, 3 hours per week. The results found that student gain improvement in of scientific content knowledge and critical thinking ability with higher scores in posttest than pretest at 0.01 significant level. Results from participant observation and informal interviews showed that science content knowledge, science process skills, practical and learning motivation affect the development of students' critical thinking ability.

Keywords : Critical Thinking, Science Process Skills/ Scientific Inquiry/ Lower Secondary School

บทนำ

การดำรงชีวิตในยุคสังคมข้อมูลข่าวสาร (Information Society) ที่มีการรับ-ส่งข้อมูลข่าวสารที่สะดวก รวดเร็ว และทันต่อเหตุการณ์จำเป็นต้องมีสติและวิจารณญาณในการไตร่ตรองเพื่อการประเมินและตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันนั้นก็คือบุคคลจะต้องมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังที่ Ennis (2011) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการสะท้อนความคิดที่มุ่งไปสู่การตัดสินใจกระทำสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันอย่างมีเหตุผลและ Facione (2006) ที่กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการตัดสินใจ และการพิจารณาเหตุผลของเรื่องราวต่าง ๆ จากหลักฐานที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ได้กำหนดให้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นสมรรถนะสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมและการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ช่วย



พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ในการสร้างองค์ความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผู้เรียนจึงเกิดองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิดและการปฏิบัติที่มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ (American Association for the Advancement of Science, 1993) ถือเป็นหัวใจของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (National Research Council : NRC, 1996) ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรณนิยมเชิงสังคม (Social Constructivism) ที่เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยการลงมือกระทำด้วยตนเอง ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ได้แก่ เด็ก ผู้ใหญ่ พ่อแม่ ครู และเพื่อน (Vygotsky, 1978 อ้างถึงในทิสนา เขมมณี, 2554) การสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกเป็น 4 ระดับคือ

- 1) การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) หมายถึงการจัดการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาคำตอบรวมถึงองค์ความรู้ที่จะเกิดขึ้นแต่ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบองค์ความรู้
- 2) การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) หมายถึงการจัดการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาพร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนหรือสาธิตการทำกิจกรรม/การทดลอง จากนั้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติผู้เรียนจึงค้นพบองค์ความรู้ใหม่จากการลงมือปฏิบัติด้วยตัวของผู้เรียนเอง
- 3) การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) หมายถึงการจัดการเรียนการสอนที่ครูเสนอสถานการณ์ที่น่าสนใจเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียน และผู้เรียนร่วมกันตั้งคำถามที่สงสัย พร้อมทั้งกำหนดตัวแปร วางแผนการทดลองทำการทดลองด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษาในการค้นหาคำตอบ
- 4) การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) หมายถึงการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือเรื่องราวเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียนตามความสนใจ จากนั้นกำหนดปัญหา สมมติฐาน ตัวแปร วางแผนการทดลองโดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างแท้จริง

โดยผู้สอนจะต้องเลือกรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้สำหรับจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนและเนื้อหาวิชา โดยในช่วงแรกของการจัดการเรียนการสอนครูควรเข้าไปมีบทบาทในการลงมือปฏิบัติและดำเนินกิจกรรมในขณะเดียวกันนักเรียนเป็นเพียงผู้ที่ตรวจสอบความรู้ หรือปฏิบัติกิจกรรมตามครูจนนักเรียนเกิดองค์ความรู้ตามที่ครูกำหนด หลังจากนั้นครูจะค่อย ๆ ลดบทบาทของตนเองลงเป็นเพียงแค่ผู้ชี้แนะให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกแต่ให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และท้ายที่สุดครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้จนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างแท้จริง (National Research Council, 2000) ในการสืบเสาะหาความรู้นักเรียนจะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญ (Harlen, 1999; Eilam, 2002) โดยเฉพาะทักษะใน



.....

การทดลองเป็นทักษะที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการคิดซึ่ง Padilla (1990) กล่าวว่า หากครูต้องการจะพัฒนารูปแบบการคิดให้ประสบความสำเร็จ ครูจะต้องฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการทดลองและจะต้องฝึกหลาย ๆ ครั้งอย่างต่อเนื่องในเนื้อหาและบริบทที่แตกต่างกัน นอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้ยังเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งหรือวิพากษ์วิจารณ์อันนำไปสู่ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Brunsell, 2010) ดังนั้นเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ครูจึงจำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาการสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับความสามารถในการคิดให้กับผู้เรียนเนื่องจากทักษะการคิดเป็นสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน โดยเฉพาะทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นกระบวนการคิดที่นำไปสู่ความเข้าใจอย่างเป็นเหตุเป็นผลการแก้ปัญหาและการตัดสินใจส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการตัดสินใจเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ (Vieira and Tenreiro, 2003; สุวิทย์ มูลคำ, 2554)

จากความสำคัญและความเชื่อมโยงของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสืบเสาะหาความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงศึกษาการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่บูรณาการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต พืช สารและสมบัติของสาร สารละลาย และกรดเบสในชีวิตประจำวันตามโครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตภาคกลางตะวันตก เป็นโรงเรียนขนาดกลางที่จัดการเรียนการสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลศึกษาถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ทุกคน จำนวน 3 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 120 คน แบ่งเป็นเพศหญิง 68 คน เพศชาย 52 คน โดยมีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เฉลี่ยรวมเท่ากับ 2.72 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้เป็นผู้สอนในชั้นเรียนนี้



ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์

2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design)

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

T_1	X	T_2
T_1 = ผลของการทดสอบก่อนการวิจัย (pre-test)		
T_2 = ผลของการทดสอบหลังการวิจัย (post-test)		
X = การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์		

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณผู้วิจัยศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์จากเอกสาร บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es ทั้ง 4 รูปแบบคือ 1) แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) 2) แบบนำทาง (Directed Inquiry) 3) แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) และ 4) แบบเปิด (Opened Inquiry) โดยเพิ่มเติมกิจกรรมที่เน้นความสามารถในการสะท้อนความคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 4 ด้านจำนวน 14 แผน รวม 42 ชั่วโมง ซึ่งมีแนวคิดสำคัญในกำหนดรูปแบบกิจกรรม 2 ประการคือ

1) ในช่วงแรกจัดกิจกรรมรูปแบบ Confirmed Inquiry หรือ Directed Inquiry ในช่วงท้ายจัดกิจกรรมรูปแบบ Guided Inquiry หรือ Opened Inquiry เนื่องจากในช่วงแรกนักเรียนยังมีความรู้ในเรื่องที่เรียนไม่มากพอและยังไม่คุ้นเคยหรือยังไม่มีคามชำนาญในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูควรเข้าไปมีบทบาทในการลงมือปฏิบัติและดำเนินกิจกรรม หลังจากนั้นครูจะค่อย ๆ ลดบทบาทของตนเองลงเป็นเพียงแค่ผู้ชี้แนะให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก แต่ให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง



2) ความเหมาะสมของเนื้อหาที่สอน กรณีที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับข้อเท็จจริงซึ่งอาศัยการอธิบายนักเรียนจึงจะความรู้ความเข้าใจ รวมถึงเนื้อหาที่นักเรียนไม่เคยมีความรู้มาก่อนจะจัดการเรียนการสอนรูปแบบ Confirmed Inquiry หรือ Directed Inquiry เนื่องจากครูต้องให้ความรู้พื้นฐานแก่นักเรียนและเนื้อหาดังกล่าวเป็นความรู้ใหม่สำหรับนักเรียน ครูจึงจำเป็นต้องเข้าไปมีบทบาทในการลงมือปฏิบัติและดำเนินกิจกรรม แต่ในกรณีที่เนื้อหาเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่จะได้จากการทดลอง หรือเนื้อหาที่นักเรียนสามารถค้นคว้าด้วยตนเองได้ รวมถึงเนื้อหาที่นักเรียนมีความรู้พื้นฐานมาบ้างแล้วจะจัดการเรียนการสอนรูปแบบ Guided Inquiry หรือ Opened Inquiry ครูจึงสามารถที่จะเพียงผู้ชี้แนะให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกแต่ให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติค้นคว้าหาความรู้จนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 2 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ชื่อแผน/รูปแบบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้
ลักษณะของ สิ่งมีชีวิต (2 ชั่วโมง) (Confirmed Inquiry)	ด้านความรู้ 1. อธิบายและสรุปคุณสมบัติของ สิ่งมีชีวิต 2. ระบุรูปร่างและหน้าที่ที่สำคัญของ เซลล์ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT3:ความสามารถในการระบุ ข้อมูลและขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับ การสรุปว่าสิ่งใดเป็นสิ่งมีชีวิตหรือ สิ่งไม่มีชีวิต 2. CT4:ความสามารถในการตัดสินใจ สิ่งใดเป็นสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิต และระบุเหตุผลที่สัมพันธ์กับการ ตัดสินใจได้	1. นักเรียนสังเกตรูปภาพสิ่งมีชีวิต จากนั้นครูและ นักเรียนอภิปรายลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิต 2. นักเรียนอ่านเรื่องที่กำหนดให้ และตอบคำถามดังนี้ 2.1 สิ่งที่พบในเรื่องเป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่ เพราะ เหตุใด 2.2 นักเรียนคิดว่าต้องตรวจสอบข้อมูลใดเพิ่มจึงสรุป ได้ว่าในภาพเป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่ ทำอย่างไรจึงได้ ข้อมูลนั้น 2.3 ถ้านักเรียนตรวจสอบคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตชนิด หนึ่งพบว่าสามารถสืบพันธุ์และเกิดการเปลี่ยนแปลง สารเคมีในร่างกายได้ จำเป็นต้องตรวจสอบ คุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตในข้ออื่นอีกหรือไม่ เพราะ เหตุใด



ชื่อแผน/รูปแบบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้
โครงสร้างและ ส่วนประกอบ ของเซลล์ (3 ชั่วโมง) (Direct Inquiry)	ด้านความรู้ 1. ระบุและอธิบายหน้าที่ของ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ได้ 2. จำแนกลิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและ หลายเซลล์ และเซลล์พืชและเซลล์ สัตว์ได้ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT3:ความสามารถในการระบุ ข้อมูลและขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับ การสรุปว่าสิ่งใดเป็นเซลล์พืชหรือ เซลล์สัตว์ 2. CT4:ความสามารถในการตัดสินใจ สิ่งใดเป็นเซลล์พืชหรือสัตว์ และระบุ เหตุผลที่สัมพันธ์กับการตัดสินใจได้	1. ครูสอบถามความรู้เดิมเรื่องเซลล์และองค์ประกอบ ของเซลล์ จากนั้นสาธิตวิธีการเตรียมสไลด์เพื่อศึกษา เซลล์ 2. นักเรียนศึกษาส่วนประกอบของเซลล์เชื้อหอม สำหรับหากล่อง เชื้อบูข้างแก้ว พาราไมเซียม แบบที่เรียและสรุปผลการศึกษาดังนี้ 2.1 เซลล์ใดบ้างเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือ สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ 2.2 เซลล์ใดบ้างเป็นเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์พร้อมทั้ง ระบุเหตุผลและหลักฐานที่จำเป็นเพื่อสนับสนุน คำตอบของนักเรียน
ส่วนประกอบ ของพืชและ ปัจจัยบาง ประการที่ จำเป็นต่อการ เจริญเติบโต ของพืช (3 ชั่วโมง) (Guided Inquiry)	ด้านความรู้ 1. อธิบายและระบุหน้าที่ที่สำคัญของ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชได้ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT1:ความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องของการระบุปัญหาและ สมมติฐานในการทดลองได้ 2. CT2:ความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องของการกำหนดตัวแปร 3. CT3:ความสามารถในการระบุ ข้อมูลและขั้นตอนที่จำเป็นหรือไม่ จำเป็นสำหรับการสรุปผลการ ทดลอง 4. CT4:ความสามารถในการตัดสินใจ ปัจจัยใดที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ของพืช และระบุเหตุผลที่สัมพันธ์ กับการตัดสินใจได้	1. นักเรียนทบทวนโครงสร้างและหน้าที่ของ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชโดยการสังเกตรูปภาพ และอภิปรายร่วมกัน 2. ครูถามว่านักเรียนทราบหรือไม่ว่าพืชเจริญเติบโตได้ อย่างไร และนักเรียนจะใช้วิธีการใดในการหา คำตอบ จากนั้นเลือกวิธีการและลงมือทำการ เจริญเติบโตของพืช 3. นักเรียนศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยแต่ละกลุ่มเลือกตัวแปรต้นที่สนใจพร้อมกำหนด ปัญหา ระบุตัวแปรควบคุมออกแบบการทดลองและ นำเสนอการทดลองที่ออกแบบไว้ จากนั้นครูและ นักเรียนอภิปรายความเหมาะสมและความสอดคล้อง ของปัญหา ตัวแปรและขั้นตอนการทดลอง 4. นักเรียนทำการทดลอง และสรุปผลโดยมีหัวข้อดังนี้ 4.1 พืชมีการเจริญเติบโตหรือไม่ กระบวนการใดที่ แสดงให้เห็นถึงการเจริญเติบโตของพืช 4.2 ปัจจัยที่ศึกษามีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช อย่างไร ข้อมูลส่วนใดที่สนับสนุนข้อสรุปของ นักเรียน



ชื่อแผน/รูปแบบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้
กระบวนการ สังเคราะห์ด้วย แสงของพืช และปัจจัยที่มี ผลต่อการ สังเคราะห์ด้วย แสง (3 ชั่วโมง) (Guided Inquiry)	ด้านความรู้ 1. อธิบายการสังเคราะห์ด้วยแสง 2. ระบุวัตถุดิบและผลผลิตที่ได้จาก กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT1:ความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องของการระบุปัญหา และสมมติฐาน 2. CT2:ความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องของการกำหนดตัวแปร 3. CT3:ความสามารถในการระบุข้อมูล และขั้นตอนที่จำเป็นหรือไม่จำเป็น สำหรับสรุปผลการทดลองได้ 4. CT4:ความสามารถในการตัดสินใจว่า ปัจจัยใดมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วย แสงและระบุเหตุผลที่สัมพันธ์กับ การตัดสินใจ	1. ครูอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จากนั้นถามนักเรียนว่าต้นไม้ทุกต้นสร้างอาหารได้ เท่ากันหรือไม่ ปัจจัยใดที่มีผลต่อการสร้างอาหาร ของพืช 2. นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าสิ่งที่นักเรียนตอบมีผล ต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงจริง 3. ครูให้นักเรียนเลือกศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กลุ่มละ 1 ปัจจัย พร้อมทั้ง กำหนดปัญหา ระบุตัวแปรและออกแบบการทดลอง จากนั้นนำเสนอแผนการทดลองที่ออกแบบไว้ ครู และนักเรียนอภิปรายความเหมาะสมและความ สอดคล้องของปัญหา ตัวแปร และขั้นตอนการ ทดลอง 4. นักเรียนทำการทดลอง รวบรวมข้อมูลและสรุปผล เกี่ยวกับปัจจัยที่ศึกษามีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง อย่างไร ข้อมูลส่วนใดที่สนับสนุนข้อสรุปของ นักเรียน
โครงสร้าง ของดอก ประเภทของ ดอกและการ สืบพันธุ์ของ พืช (3 ชั่วโมง) (Confirmed Inquiry)	ด้านความรู้ 1. เขียนแผนภาพโครงสร้างของดอก 2. อธิบายและระบุประเภทของดอก ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT3:ความสามารถในการระบุ ข้อมูลและขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับ การจัดประเภทของดอกได้ 2. CT4: ความสามารถในการตัดสินใจว่า เป็นดอกไม้ชนิดใดจากข้อมูล ที่กำหนดให้ และระบุเหตุผลที่ สัมพันธ์กับการตัดสินใจได้	1. นักเรียนศึกษาโครงสร้าง ระบุส่วนประกอบและชนิด ของดอกไม้จากรูปภาพ 2. ครูอธิบายโครงสร้าง ประเภทของดอกไม้ และการ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของพืช 3. แต่ละกลุ่มจับสลากดอกไม้ จากนั้นรวบรวมข้อมูล และอภิปรายโครงสร้างและการสืบพันธุ์ของดอกไม้ และตอบคำถามในประเด็นดังต่อไปนี้ 3.1 ดอกไม้ที่ศึกษามีส่วนประกอบอะไรบ้าง 3.2 ดอกไม้ที่ศึกษาจัดเป็นดอกครบส่วนหรือไม่ครบ ส่วน 3.3 ดอกไม้ที่ได้รับเป็นดอกสมบูรณ์เพศทั้งหมัดใช่ หรือไม่ นักเรียนใช้ข้อมูลใดสนับสนุนคำตอบ ของนักเรียน 3.4 จงอธิบายกระบวนการสืบพันธุ์ของดอกไม้ที่ศึกษา



ชื่อแผน/รูปแบบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้
การลำเลียงสาร ของพืช (2 ชั่วโมง) (Guided Inquiry)	ด้านความรู้ 1. อธิบายการลำเลียงสารของพืช ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT1:ความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องของการระบุปัญหาและ สมมติฐาน 2. CT2:ความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องของการกำหนดตัวแปร 3. CT3:ความสามารถในการระบุ ข้อมูลและขั้นตอนที่จำเป็นหรือไม่ จำเป็นสำหรับสรุปผลการทดลองได้ 4. CT4:ความสามารถในการตัดสินใจว่า ปัจจัยใดที่มีผลต่อกระบวนการ ลำเลียงสารของพืชจากข้อมูลที่ กำหนดให้ และระบุเหตุผลที่ สัมพันธ์กับการตัดสินใจได้	1. ครูนำกระดาษทิชชูจุ่มลงในสารละลายที่มีสีและให้ นักเรียนสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง 2. ครูทำเช่นเดิมแต่เปลี่ยนสารเป็นน้ำเปล่าให้นักเรียน สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง 3. ครูถามว่าถ้าเปลี่ยนจากกระดาษทิชชูเป็นรากพืชจะเป็น อย่างไร จากนั้นเปิดวิดีโอการลำเลียงสารของพืช และถามต่อว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อการลำเลียงสารของพืช 4. ครูให้แต่ละกลุ่มเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการลำเลียงสาร ของพืชมา 1 ปัจจัย พร้อมทั้งกำหนดปัญหา ระบุตัว แปร ออกแบบการทดลอง จากนั้นนำเสนอหน้าชั้น ครูและนักเรียนอภิปรายความเหมาะสมและความ สอดคล้องของข้อมูลที่น่าเสนอ 5. นักเรียนทำการทดลองและสรุปผลว่าปัจจัยที่ศึกษา มีผลต่อการลำเลียงสารของพืชอย่างไร ข้อมูลใดที่ สนับสนุนข้อสรุปของนักเรียน
สถานะของ สาร (1 ชั่วโมง) (Directed Inquiry)	ด้านความรู้ 1. อธิบาย สรุปสมบัติของสารทั้ง 3 สถานะ 2. อภิปรายและระบุสถานะของสาร ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT3:ความสามารถในการระบุ ข้อมูลและขั้นตอนสำคัญในการสรุป สถานะสาร 2. CT4:ความสามารถในการตัดสินใจว่า สารที่กำหนดให้มีสถานะใด และ ระบุเหตุผลที่สัมพันธ์กับการตัดสินใจได้	1. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับสารต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา สามารถจำแนกออกเป็นที่สถานะ และในการจำแนก สถานะของสารจะต้องใช้ข้อมูลใดบ้างมาสนับสนุน 2. นักเรียนทำการทดลองจำแนกสถานะของสาร 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูล และตัดสินใจ เลือกข้อมูลที่เป็นมาสนับสนุนการจำแนกสาร



ชื่อแผน/รูปแบบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้
อนุภาคของสาร (1 ชั่วโมง) (Confirmed Inquiry)	ด้านความรู้ 1. อธิบายความหมายและสรุปความแตกต่างของอะตอม โมเลกุล ไอออนได้ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT3:ความสามารถในการระบุข้อมูลและขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการสรุปว่าสิ่งใดเป็นอะตอมโมเลกุล ไอออน 2. CT4:ความสามารถในการตัดสินใจว่าข้อมูลใดเป็นอะตอมโมเลกุล ไอออนและระบุเหตุผลที่สัมพันธ์กับการตัดสินใจได้	1. ครูถามว่า“หน่วยที่เล็กที่สุดของสารคืออะไร” จากนั้นเปิดวิดีโอและอธิบายเกี่ยวกับอนุภาคของสาร 2. นักเรียนสรุปความหมาย ความแตกต่างของอะตอม โมเลกุล ไอออนพร้อมทั้งอภิปรายข้อสรุปกับเพื่อน จากนั้นครูสุ่มเรียกนักเรียนให้ออกมานำเสนอหน้าชั้น 3. นักเรียนศึกษาศาสนาการณที่กำหนดและตอบคำถาม เช่น อะตอม โมเลกุล ไอออนมีความแตกต่างกันอย่างไร ข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนคำตอบของนักเรียน
การแยกสาร (2 ชั่วโมง) (Guided Inquiry)	ด้านความรู้ 1. ทดลองและอธิบายการจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ได้ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT3:ความสามารถในการระบุข้อมูลและขั้นตอนที่จำเป็นหรือไม่จำเป็นสำหรับการจำแนกสาร 2. CT4:ความสามารถในการตัดสินใจว่าสารที่กำหนดให้จัดเป็นสารประเภทใด และระบุเหตุผลที่สัมพันธ์กับการตัดสินใจได้	1. ครูถามนักเรียนว่า“สารมีจำนวนมาก แต่ไม่ได้จัดหมวดหมู่จะสะดวกแก่การใช้งานหรือไม่” ซึ่งสารสามารถจำแนกได้หลายวิธีขึ้นอยู่ว่าใช้เกณฑ์อะไรจำแนก 2. ครูอธิบายการจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ 3. ครูให้นักเรียนจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ “น้ำมะนาวคั้นสด เกลือ แอลกอฮอล์ น้ำแข็ง น้ำนม ผงชูรส น้ำเชื่อม น้ำสลด” จากนั้นแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้น 4. นักเรียนศึกษาศาสนาการณที่กำหนดให้และตอบคำถาม เช่น สารที่ครูกำหนดเป็นสารเนื้อเดียวทุกชนิดใช่หรือไม่ ข้อมูลใดบ้างที่ต้องใช้สนับสนุนคำตอบ



ชื่อแผน/รูปแบบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้
ความเข้มข้น ของสาระละลาย และการเตรียม สาระละลาย (6 ชั่วโมง) (Directed Inquiry)	ด้านความรู้ 1. อธิบายและอธิบายสมบัติของสารละลายได้ 2. อธิบายวิธีคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายตามที่กำหนดให้ได้ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT3:ความสามารถในการระบุข้อมูลและขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการระบุสมบัติของสารละลายได้ 2. CT4:ความสามารถในการตัดสินใจว่ามวลของตัวละลายที่กำหนดให้สามารถเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและระบุเหตุผลที่สัมพันธ์กับการตัดสินใจได้	1. นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากการวัดอุณหภูมิขณะหลอมเหลวของน้ำแข็งกับน้ำแข็งโรยเกลือ และวัดอุณหภูมิขณะเดือดของน้ำกับน้ำเกลือ จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายหาข้อสรุปคุณสมบัติของสารบริสุทธิ์และสารละลายด้านจุดเดือดและจุดหลอมเหลว พร้อมทั้งตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นมาสนับสนุนข้อสรุป 2. ครูอธิบายวิธีคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกคำนวณตามข้อมูลที่กำหนด 3. ครูสาธิตวิธีการเตรียมสารละลายจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณหาความเข้มข้นและเตรียมสารละลายตามที่กำหนดพร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้น 4. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และตอบคำถาม เช่น นาย ก คำนวณความเข้มข้น และเตรียมสารละลายถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ให้นักเรียนเสนอแนวทางที่ถูกต้อง
ปัจจัยที่มีผล ต่อการละลาย ของสาร (3 ชั่วโมง) (Open Inquiry)	ด้านความรู้ 1. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสารได้ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT1:ความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องของการระบุปัญหาและสมมติฐาน 2. CT2:ความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องของการกำหนดตัวแปร 3. CT3:ความสามารถในการระบุข้อมูลและขั้นตอนที่จำเป็นหรือไม่จำเป็นสำหรับสรุปผลการทดลองได้ 4. CT4:ความสามารถในการตัดสินใจว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อการละลายของสารและระบุเหตุผลที่สัมพันธ์กับการตัดสินใจ	1. ครูให้นักเรียนทำนายว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อการละลายของสารและให้แต่ละกลุ่มเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสารมากลุ่มละ 1 ปัจจัย พร้อมทั้งกำหนดปัญหา ระบุตัวแปรและออกแบบการทดลอง จากนั้นแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนการทดลองที่ออกแบบไว้ ครูและนักเรียนอภิปรายความเหมาะสมและความสอดคล้องของการกำหนดปัญหา ระบุตัวแปรและออกแบบการทดลอง 2. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลและสรุปผลที่ได้จากการทดลอง 3. ครูกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสาร และให้นักเรียนตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นมาตอบคำถามและสนับสนุนคำตอบของนักเรียน



ชื่อแผน/รูปแบบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้
การตรวจสอบ ความเป็นกรด เบสของ สารละลาย (3 ชั่วโมง) (Open Inquiry)	ด้านความรู้ 1. สามารถตรวจสอบและระบุค่า pH ของสารละลายในชีวิตประจำวัน ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1. CT1: ความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องของการระบุปัญหาและสมมติฐาน 2. CT2: ความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องของการกำหนดตัวแปร 3. CT3: ความสามารถในการระบุ ข้อมูลและขั้นตอนที่จำเป็นหรือไม่ จำเป็นสำหรับการระบุค่า pH ของสารละลาย 4. CT4: ความสามารถในการตัดสินใจ ใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใดในการตรวจสอบค่า pH ของสารละลาย และระบุเหตุผลที่สัมพันธ์กับการตัดสินใจได้	1. ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนเคยวัดค่าความเป็นกรด เบสของสารละลายหรือไม่ และใช้อุปกรณ์ชนิดใด ในการวัดเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้อุปกรณ์นั้น” 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดปัญหา ระบุตัวแปร และ ออกแบบการทดลองจากนั้นนำเสนอแผนการ ทดลองที่ออกแบบไว้ ครูและนักเรียนอภิปรายความ เหมาะสมและความสอดคล้องของการกำหนด ปัญหา ระบุตัวแปร และออกแบบการทดลอง 3. นักเรียนปฏิบัติกรทดลอง พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูล และสรุปผลที่ได้จากการทดลองโดยมีประเด็น คำถามดังนี้ 3.1 ในการระบุค่า pH ของสาร นักเรียนจะเลือกใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใด เพราะเหตุใดจึงต้องใช้อินดิเคเตอร์ชนิดนั้น 3.2 กรณีที่นักเรียนต้องการจำแนกสารออกเป็นกรด เบส กลาง นักเรียนจะเลือกใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใดดีที่สุด เพราะเหตุใดจึงใช้อินดิเคเตอร์นั้น

2. แบบวัดความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อเป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67 – 1.00 ค่าระดับความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (KR-20 Kuder Richardson Formula 20) มีค่าเท่ากับ 0.73

3. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ประกอบด้วยข้อคำถามที่เป็นแบบปรนัย 10 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน และอัตนัย 10 ข้อ ๆ ละ 2 คะแนนคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยกำหนดสถานการณ์หรือข้อมูลมาให้พิจารณาองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 ด้านคือ

ด้านที่ 1 การระบุปัญหาและสมมติฐาน (CT1) หมายถึงความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องสอดคล้องของการระบุปัญหาและสมมติฐานจากวิธีการหาคำตอบที่กำหนดให้ได้

ด้านที่ 2 การระบุและควบคุมตัวแปร (CT2) หมายถึงความสามารถในการตัดสินใจ ความถูกต้องของการกำหนดตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม และตัดสินใจการกระทำเพื่อควบคุมตัวแปรที่กำหนดได้



.....

ด้านที่ 3 การรวบรวมข้อมูล (CT3) หมายถึงความสามารถในการตัดสินใจขั้นตอนวิธีการรวบรวมข้อมูลสอดคล้องกับปัญหาหรือสมมติฐานที่กำหนดให้หรือไม่ และตัดสินใจว่าขั้นตอนหรือข้อมูลใดที่จำเป็นและไม่จำเป็นในการหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐาน

ด้านที่ 4 การสรุปผลจากข้อมูล (CT4) หมายถึงความสามารถในการตัดสินใจความถูกต้องครบถ้วนของการสร้างข้อสรุปจากข้อมูลที่กำหนดให้

ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67 – 1.00 ค่าระดับความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.73 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้ Cronbach's Alpha มีค่าเท่ากับ 0.79

การรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณโดยวัดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโดยใช้ t-test Dependent Samples ตลอดระยะเวลาที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้อันผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการสังเกตอย่างมีส่วนร่วม (Participant Observation) คือผู้วิจัยทำการจดบันทึกเหตุการณ์สำคัญที่ได้จากการสังเกตร่วมกับการบันทึกเทปวีดิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการหลังการจัดการเรียนรู้นั้นนำข้อมูลเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อประกอบการอธิบายผลการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ผลการวิจัย

ผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. การเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 120 คน ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คะแนนเต็ม 45 คะแนน

ความรู้ความเข้าใจ	n	$\bar{X}$	S.D.	ΣD	t	P
ก่อนเรียน	120	17.07	3.85	5.18	18.71*	.000
หลังเรียน	120	25.94	6.35			

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

จากตารางที่ 3 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยก่อนเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 17.07 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 37.93 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.85 คะแนน หลังเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 25.94 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 57.64 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.35 คะแนน

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 120 คน ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 คะแนนเต็ม 30 คะแนน

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ		n	$\bar{X}$	S.D.	ΣD	t	P
รวมทั้งฉบับ (30 คะแนน)	ก่อนเรียน	120	13.04	3.17	4.48	14.14*	.000
	หลังเรียน	120	18.33	4.30			
ด้านที่ 1 การระบุปัญหาและสมมติฐาน (5 คะแนน)	ก่อนเรียน	120	2.18	1.28	0.97	6.95*	.000
	หลังเรียน	120	3.15	1.16			
ด้านที่ 2 การระบุและควบคุมตัวแปร (8 คะแนน)	ก่อนเรียน	120	4.21	1.53	0.70	4.22*	.000
	หลังเรียน	120	5.35	1.55			
ด้านที่ 3 การรวบรวมข้อมูล (7 คะแนน)	ก่อนเรียน	120	3.23	1.15	1.48	10.40*	.000
	หลังเรียน	120	4.78	1.31			
ด้านที่ 4 การสรุปผลจากข้อมูล (10 คะแนน)	ก่อนเรียน	120	3.43	1.60	1.31	6.51*	.000
	หลังเรียน	120	5.05	2.32			

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01



จากตารางที่ 4 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยก่อนเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ย 13.04 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 43.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.17 คะแนน หลังเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ย 18.33 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.30 คะแนน และเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกองค์ประกอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาหรือส่งเสริมให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดีขึ้น

3. ผลการสังเกตอย่างมีส่วนร่วมขณะจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขอเสนอผลการสังเกตอย่างมีส่วนร่วมดังหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการสังเกตอย่างมีส่วนร่วมขณะจัดการเรียนการสอนพบว่านักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถปฏิบัติกิจกรรมและตอบคำถามเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ เนื่องจากในการปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนจำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ได้แก่ การกำหนดปัญหา กำหนดตัวแปร ออกแบบการทดลอง สรุปผลการทดลอง สังเกตได้จากการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ Confirmed Inquiry และ Directed Inquiry ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนระบุข้อมูลที่จำเป็น ตัดสินความถูกต้องของข้อมูล และระบุเหตุผลที่สัมพันธ์กับการตัดสินใจ พบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ แต่เมื่อจัดการเรียนการสอนแบบ Guided Inquiry และ Opened Inquiry โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อฝึกความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันแต่นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหา กำหนดสมมุติฐาน ระบุตัวแปร ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะใช้เวลานานและบางกลุ่มไม่สามารถกำหนดสมมุติฐาน ระบุตัวแปร ออกแบบการทดลองได้ ครูต้องเข้าไปช่วยชี้แนะ จึงส่งผลให้บางกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด นักเรียนกลุ่มนั้นจึงต้องอาศัยผลการทำกิจกรรมจากกลุ่มอื่น เพื่อใช้สำหรับการตอบคำถามที่ฝึกความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในขั้นต่อไปโดยนักเรียนจะต้องตัดสินความถูกต้อง ความสอดคล้อง และระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลรวมถึงระบุขั้นตอนที่จำเป็นหรือไม่จำเป็นในการทำปฏิบัติการ เมื่อกลุ่มของนักเรียนไม่ได้ออกแบบขั้นตอน



กิจกรรมเอง ส่งผลให้ไม่สามารถตัดสินใจหรือระบุความถูกต้อง ความสอดคล้อง และระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล รวมถึงการระบุขั้นตอนที่จำเป็นหรือไม่จำเป็นในการทำปฏิบัติการได้

3.2 ประสิทธิภาพในการฝึกมีผลต่อการปฏิบัติกิจกรรมและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการสังเกตอย่างมีส่วนร่วมขณะจัดการเรียนการสอนพบว่า ในช่วงแรกของการจัดการเรียนสอนนักเรียนไม่เข้าใจในข้อคำถามทำให้ไม่สามารถตอบคำถามได้ แต่เมื่อครูชี้แนะนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน และเมื่อนักเรียนได้ฝึกอย่างต่อเนื่องทุกสัปดาห์นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องมากขึ้น สังเกตได้จากการตอบคำถามในเนื้อหาช่วงท้ายนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องมากขึ้นตามลำดับโดยครูไม่ต้องชี้แนะ และจากการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการหลังการจัดการเรียนการสอน พบว่านักเรียนไม่คุ้นเคยกับคำถามแบบอัตนัยและคำถามที่ต้องให้เหตุผลของคำตอบเนื่องจากการเรียนในระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่เด็กนักเรียนจะพบกับคำถามแบบปรนัย แต่หากได้รับการฝึกคำถามแบบอัตนัยและคำถามที่ต้องให้เหตุผลของคำตอบอยู่เป็นประจำอย่างต่อเนื่องก็สามารถทำได้และทำให้นักเรียนคิดแบบมีเหตุผล

3.3 แรงจูงใจขณะจัดการเรียนการสอนส่งผลต่อความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการสังเกตอย่างมีส่วนร่วมขณะจัดการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนในห้องที่มีพื้นฐานความรู้ดีกว่า มีแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่า ทุกคนตั้งใจเรียน และมักจะถามครูเสมอว่า”ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ทำไมไม่เป็นแบบนี้...(แบบที่นักเรียนคิด)” แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพื้นฐานความคิดเป็นเหตุเป็นผล เมื่อได้รับการส่งเสริมให้คิดอย่างมีวิจารณญาณนักเรียนจึงสามารถตัดสินใจเลือกข้อมูลมาอธิบายหรืออ้างอิงไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้ แต่นักเรียนในห้องที่มีพื้นฐานความรู้ต่ำกว่า แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำกว่า เมื่อต้องทำกิจกรรมที่เน้นให้คิดและลงมือปฏิบัติ นักเรียนไม่ค่อยสนใจ ครูต้องกระตุ้น ต้องให้ความช่วยเหลือมากกว่ารวมถึงต้องเสริมแรงทั้งทางบวกและทางลบ เช่น การชมเชยให้กำลังใจ และการเพิ่มหรือหักคะแนน และจากการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการหลังการจัดการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนต้องการเวลาเพิ่มเติมในการฝึกคิดอย่างมีวิจารณญาณ และต้องการให้ครูผสมผสานหรือปรับกิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้เกิดความสนุกสนานกับการเรียน เช่น การจัดการเรียนการสอนรูปแบบเกมการแข่งขัน กิจกรรมที่ใช้อินเตอร์เน็ต เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่บูรณาการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตภาคกลางตะวันตก จำนวน 3 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 120 คน เก็บรวบรวมข้อมูลในปีการศึกษา 2559 โดยมีเครื่องมือในการวิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นคือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทาง



วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 4 ด้านคือ ด้านที่ 1 การระบุปัญหาและสมมติฐาน ด้านที่ 2 การระบุและควบคุมตัวแปร ด้านที่ 3 การรวบรวมข้อมูล และด้านที่ 4 การสรุปผลจากข้อมูลครอบคลุมเนื้อหา 5 เรื่องคือ เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พืช สารและสมบัติของสารละลาย และสารละลายกรดเบสในชีวิตประจำวัน 2) แบบวัดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es ทั้ง 4 รูปแบบคือ 1) แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) 2) แบบนำทาง (Directed Inquiry) 3) แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) และ 4) แบบเปิด (Opened Inquiry) ช่วยสร้างเสริมความสามารถให้กับผู้เรียนในการตัดสินใจความต้องการสอดคล้องของการระบุปัญหาและสมมติฐาน, การตัดสินใจความต้องการของการกำหนดตัวแปร, การตัดสินใจขั้นตอนวิธีการรวบรวมข้อมูลว่าสอดคล้องกับปัญหาหรือสมมติฐานที่กำหนดให้หรือไม่ และตัดสินใจว่าขั้นตอนหรือข้อมูลใดที่จำเป็นและไม่จำเป็นในการทดสอบสมมติฐานและการตัดสินใจความต้องการครบถ้วนของการสร้างข้อสรุปซึ่งสอดคล้องกับสัณหวัช สอนท่าโก (2550) ที่กล่าวว่ากิจกรรมเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สามารถพัฒนานักเรียนให้มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และชนธิชา ปะนัดโส (2555) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในสังกัดเทศบาลเมืองสระบุรีได้ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นร้อยละจะพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนร้อยละ 40-60 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการคิดไม่ใช่ลักษณะหรือพฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็นได้อย่างง่าย แต่เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลาในการสอนและการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง (ทิสนา แยมมณีและคณะ, 2540) อีกทั้งครูต้องตั้งคำถามหรือโจทย์ที่ท้าทายความคิดของผู้เรียนที่พอเหมาะ (ศรัณย์พร ยินดีสุข และวลัย อิศรางกูร ณ อยุธยา, 2557) ดังนั้นหากต้องการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดให้กับนักเรียนต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่องควบคู่กับการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาซึ่งสอดคล้องกับอารยา ช่ออั้งชัย และวัชร่า เล่าเรียนดี (2554) ที่กล่าวว่าพัฒนากระบวนการคิดจำเป็นต้องอาศัยเนื้อหาเป็นข้อมูลหรือเป็นสื่อในการคิดเพราะการคิดไม่อาจเกิดขึ้นได้เมื่อขาดเนื้อหาและยังสอดคล้องกับเกสริน ทองงาม และวัชร่า เล่าเรียนดี (2557) ที่กล่าวว่าหากนักเรียนขาดการเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่เข้าด้วยกันจะส่งผลให้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำอีกทั้งงานวิจัยนี้เป็นการบูรณาการระหว่าง การคิดอย่างมีวิจารณญาณกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจึงจำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีด้วยจึงจะสามารถทำกิจกรรมได้สำเร็จและเกิดองค์ความรู้ ซึ่งทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ กล่าวว่าเด็กช่วงอายุ 11-15 ปี เป็นช่วงวัยที่สามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจาก



ข้อมูลที่มีอยู่สามารถคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมุติฐานและทฤษฎีได้ แต่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นช่วงวัยเริ่มต้นของการคิดดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีครูคอยชี้แนะแนวทาง (Piaget, 1958 อ้างถึงในทิพย์ภา เชษฐเชาวลิต, 2541) และในกรณีที่นักเรียนมีผลการเรียนอ่อนครูควรจัดการเรียนการสอนที่สร้างแรงจูงใจ กระตุ้นความสนใจของนักเรียน หรือกำหนดสถานการณ์ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น อยากค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เช่นการจัดการเรียนการสอนรูปแบบเกมการแข่งขัน การจัดการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยี เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

การเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่บูรณาการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ ดังนั้นเมื่อนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ ครูควรเข้าใจและจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนอย่างถูกต้อง โดยเน้นทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่บูรณาการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 จากผลการวิจัยพบว่า ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์ในการฝึก และแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนดังนั้นครูควรพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน และจัดการเรียนการสอนที่สร้างแรงจูงใจของผู้เรียนร่วมด้วย

2.2 ควรเก็บข้อมูลระยะยาว เนื่องจากกระบวนการคิดไม่ใช่ลักษณะหรือพฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็นได้อย่างง่าย แต่เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลาในการฝึกฝนและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร:

โรงพิมพ์ ร.ส.พ.

เกศริน ทองงาม และวัชร เล่าเรียนดี. (2557). “การพัฒนารูปแบบการสอนอ่านภาษาอังกฤษตามแนวการอ่านแบบปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5”. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย 6(2): 67-79.



.....

ชนธิชา ปะนัดโต. (2555). “การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สารและสมบัติของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1”. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิพย์ภา เชษฐเชาวลิต. (2541). จิตวิทยาพัฒนาการสำหรับพยาบาล. พิมพ์ครั้งที่ 1. หาดใหญ่: ชานเมืองการพิมพ์.

ทศนา เขมมณี และคณะ. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบวนการคิด. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานรัฐมนตรี. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดไอดีแสดควร์.

_____. (2544). นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ สำหรับครูยุคปฏิรูปการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1.

กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร: บริษัทเดอะมาสเตอร์ กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์จำกัด.

บรรดล สุขปิติ. (2548). การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เล่ม 1-3. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.

พิมพ์นัธ เฉชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน.

กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.

วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพ์นัธ เฉชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรม ทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์จำกัด.

ศรัณย์พร ยินดีสุข และวลัย อิศรางกูร ณ อยุธยา. (2557). “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). การเผยแพร่ขยายผลและอบรมครูแบบ

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle). กรุงเทพมหานคร: สาขาชีววิทยา.

สังคมศึกษาตามแนวคิดอินเทอร์เน็ตเอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์และการกำกับตนเอง เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความใฝ่รู้ของผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย”. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย 7(2): 275-287.

สันทวัช สอนท่าโก. (2550). “การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ”. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 18(2): 198-212.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). แผนการศึกษาแห่งชาติฉบับปรับปรุง (พ.ศ.2552-2559).

กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. (2554). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิด. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.



.....

อารยา ช่ออั้งชัย และวัชรรา เล่าเรียนดี. (2554). “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา อย่างมีวิจารณญาณกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5”. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย 2(2): 94-107.

American Association for the Advancement of Science. (1993). **Benchmarks for Scienceliteracy**. New York: Oxford.

Brunsell, E. (2010). **Introducing Teachers and Administrators to the NGSS: A Professional development facilitator’s guide**. National science teacher association.

Chinn, C. A. and Molhotra, B. A. (2002). **Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks**. Department of Educational Psychology, Rutgers, The State University of New Jersey, New Brunswick, NJ 08901, USA.

Eilam, B. (2002). “Phases of learning: ninth graders' skill acquisition”. **Research in Science and Technological Education** 20(1): 5-24.

Ennis, H. (2011). **The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities**. University of Illinois.

Facione, P. (2006). **Critical Thinking: What It Is and Why It Counts**. California Academic Press LLC.

Harlen, W. (1999). “Purposes and procedures for assessing science process skills”. **Assessment in Education: Principles, Policy & Practice** 6(1): 129-144.

National Research Council (NRC). (1996). **National Science Education Standards**. Washington, DC. : National Academy Press.

National Research Council. (2000). **Inquiry and National Science Education Standards : A Guide for Teaching and Learning**. Washington, D.C. : National Academy Press.

Padilla, J. (1990). **The Science Process Skills**. University of Georgia, Athens, GA.

Schwab, J. (1960). **Inquiry the Science Teacher and the Educator**. The University Of Chicago.

Vieira, R. M., and Tenreiro - Vieira, C. (2003). “Preservice teachers’ education and the didactics of science as a context to use questioning aimed to promote students’ critical thinking”. **Revista Portuguesa de Educação** 16(1): 231-252.