

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง
เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทาง
วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

*Effects of Inquiry Based Approach Emphasizing Higher Order
Questions on Covalent Bond in Learning Achievement and Scientific
Reasoning of 10th Grade Students*

ศรัณย์ อัมระนันท์*

sarunnew@hotmail.com

กิตติมา พันธุ์พฤกษา**

ภัทรภร ชัยประเสริฐ**

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์***

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนกับก่อนเรียน 3) เปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 4) เปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนกับก่อนเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน 100 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้

*นิสิตระดับมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

**อาจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

***อาจารย์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

คำถามระดับสูง แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คำถามระดับสูง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

Abstract

This study was a quasi-experimental research. The objectives of this research were 1) to compare learning achievement on covalent bond of students after using an inquiry based approach emphasizing higher order questions with that after using a traditional instruction, 2) to compare learning achievement on covalent bond of students before and after using the inquiry based approach emphasizing higher order questions, 3) to compare scientific reasoning on covalent bond of students after using the inquiry based approach emphasizing higher order questions with that after using the traditional instruction, and 4) to compare scientific reasoning on covalent bond of students before and after using the inquiry based approach emphasizing higher order questions. The participants of this research consisted of two classrooms from 10th grade students at Chonradsadonumrung School in the first semester of academic year 2014, which were randomly selected by using cluster sampling. One classroom was an the experimental group (n=50) taught with the inquiry based approach emphasizing higher order questions whereas the other was a control group (n=50) taught with the traditional instruction. The research instruments were the inquiry based instruction emphasizing higher order questions lesson plans, the traditional approach lesson plans, a learning achievement test, and scientific reasoning test on covalent bond. The

data were analyzed using means, standard deviation, independent samples t-test and dependent samples t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. The post-test mean scores of learning achievement on Covalent Bond of 10th grade students after using the inquiry based approach emphasizing higher order questions were statistically significant higher than that after using traditional instruction at the .05 level.

2. The post-test mean scores of learning achievement on Covalent Bond of 10th grade students after using inquiry based approach emphasizing higher order questions were statistically significant higher than the pre-test mean scores of that at the .05 level.

3. The post-test mean scores of scientific reasoning on Covalent Bond of 10th grade students after using inquiry based approach emphasizing higher order questions were statistically significant higher than that after using traditional instruction at the .05 level.

4. The post-test mean scores of scientific reasoning on Covalent Bond of 10th grade students after using inquiry based approach emphasizing higher order questions were statistically significant higher than the pre-test mean scores of that at the .05 level.

Keywords : Inquiry based approach, Higher order questions, Learning achievement, Scientific reasoning

บทนำ

การศึกษาวิทยาศาสตร์ทำให้คนพัฒนาวิธีคิด ทั้งคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ คิดแก้ปัญหา มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ เพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่มีหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กรมวิชาการ, 2551) และในปัจจุบันสถานศึกษาต่างให้ความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษามาตรา 22 กำหนดไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญสูงสุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) ดังนั้นการ

พัฒนากระบวนการเรียนรู้ควบคู่กับการพัฒนาองค์ความรู้ วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญมาก กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดนโยบายกระทรวงศึกษาธิการ ข้อที่ 8 สนับสนุนองค์ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และได้กำหนดเป้าหมายยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 (พ.ศ. 2552-2561) โดยกำหนดเป้าหมายยุทธศาสตร์ ข้อที่ 1 คนไทย และการศึกษาไทยมีคุณภาพ และมาตรฐานระดับสากล ตัวบ่งชี้และค่าเป้าหมาย ข้อที่ 1.1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาหลัก เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบระดับชาติมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 50 และผลการประเมินโครงการ PISA ในปี 2012 พบว่าคะแนนของการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนของการประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งด้านวิทยาศาสตร์ ไทยอยู่อันดับที่ 47 ได้ 444 คะแนน จากค่าเฉลี่ยฯ 501 คะแนน สูงขึ้นจากคะแนนปี 2009 ซึ่งอยู่ที่ 425 คะแนน แต่อย่างไรก็ตามคะแนนค่อนข้างต่ำจาก

ค่าคะแนนเฉลี่ยซึ่งบ่งบอกว่าเด็กนักเรียนไทยยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ในด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีการกำหนดเป้าหมายการจัดการศึกษา ตลอดจนเป้าหมายยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้อย่างชัดเจน แต่จากการวิเคราะห์ผลการประเมินการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในระดับชาติ วิชาวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554-2556 พบว่ามีปัญหาคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ คือ 27.90 33.10 และ 30.48 ตามลำดับ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, ม.ป.ป.) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งสอดคล้องกับผลคะแนนการสอบในรายวิชาเคมีปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ซึ่งพบว่าไม่เป็นที่น่าพอใจของผู้สอน โดยเฉพาะ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ซึ่งเนื้อหาในบทนี้มีรายละเอียดมาก ส่วนใหญ่ทำความเข้าใจได้ยากและมีประเด็นย่อยที่ต้องทำความเข้าใจจำนวนมาก ยกต่อการเชื่อมโยงความรู้ (ธนาบุตร จันทราเขต, สัมภาษณ์ : 22 พฤศจิกายน 2556) ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าวิธีการจัดการเรียนรู้อาจารย์ที่ จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ด้วยแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและนักการศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และหลักการของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จะเห็นได้ว่าผู้สอนจะต้องใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายเพื่อให้ได้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอย่างแท้จริง ซึ่งการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้ผ่านกระบวนการแสวงหาความรู้ซึ่งเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ

สร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นทักษะวิธีคิดอย่างต่อเนื่องและรอบคอบ ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดที่หลากหลายโดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์ การคิดวิจารณ์ญาณ และการคิดสร้างสรรค์ ผึก การวางแผนและออกแบบการทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ทักษะการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังส่งเสริมทักษะชีวิต ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นและทักษะสังคมให้แก่เด็กนักเรียนในทางอ้อมด้วย การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีลักษณะสำคัญ คือผู้สอนจัดเตรียมปัญหา คำถามและทฤษฎีให้ผู้เรียน ส่วนการออกแบบการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง แปลผลการทดลองและการลงข้อสรุปให้ผู้เรียนได้ออกแบบด้วยตนเอง (วัลลภ คงนะ, 2555) โดยขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การสร้างความสนใจ (Engagement) 2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) การขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) การประเมิน (Evaluation) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) ซึ่งผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติของผู้เรียนได้ ดังผลงานวิจัยของสุธารพินค์ โนนศรีชัย (2550) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผลการศึกษาพบว่านักเรียนร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 และผลงานวิจัยของศรีบุญตาม โจมศรี (2553) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องพันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนร้อยละ 80.95 ของนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ขึ้นไป

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ที่ถูกต้องเป็นหน้าที่ของผู้สอนในการกระตุ้นให้เกิดประเด็นในการค้นหาคำตอบ ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้คำถามเป็นการเรียนรู้ที่ผู้สอนป้อนคำถามให้ผู้เรียนตอบ อาจตอบเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มย่อย หรือตอบทั้งชั้นเรียน การตอบอาจใช้วิธีการพูด การเขียน ฯลฯ ผู้สอนจะพิจารณาคำตอบแล้วให้ข้อมูลสะท้อนกลับหรือถามคนอื่นกลุ่มอื่นจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2537) การใช้คำถามชั้นสูงเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิด นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบ ส่งเสริมให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์และเกิดทักษะในการคิดอย่างมีระบบ นอกจากนั้นยังเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น ตลอดจนกระตุ้นให้ได้ลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545) ซึ่งคำถามระดับสูงแบ่งได้เป็น 7 ชนิดดังนี้ 1) คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบ 2) คำถามให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้คิดเปรียบเทียบของสองสิ่งว่ามีคุณสมบัติหรือลักษณะคล้ายกันหรือต่างกันอย่างไร 3) คำถามให้จำแนกประเภท เป็นคำถามเพื่อส่งเสริมให้ผู้ตอบรู้จักจัดกลุ่ม จัดหมวดหมู่โดยใช้เกณฑ์ของตนเองหรือของผู้อื่น หรือบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มที่ผู้อื่นทำไว้ 4) คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกชื่อ หรือยกตัวอย่างของสิ่งที่กำหนดให้ โดยอาศัยทักษะการสังเกต และมีความรู้ความจำเรื่องต่างๆ เป็นพื้นฐานในการหาคำตอบ 5) คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้คิดค้นหาความจริงหรือแยกแยะเรื่องราวเพื่อหาสาเหตุและผลต่าง ๆ ของปัญหาที่เกิดขึ้น หรือให้นักเรียนได้คิดค้นหาความจริงต่างๆ ที่ประกอบขึ้นมาเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ 6) คำถามให้สังเคราะห์ เป็นการผสมรวมสิ่งต่างๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปให้เกิดเป็นของใหม่ขึ้นมา และ 7) คำถามให้ประเมินค่า เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้พิจารณาคูณค่าของสิ่งของก่อนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล รู้จักประเมินค่าของสิ่งต่างๆ โดย

ใช้กฎเกณฑ์ที่เป็นจริง และเป็นที่ยอมรับของสังคมแล้ว มาสนับสนุนความคิดเห็นของตนก่อนตัดสินใจ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545) ดังผลงานวิจัยของอาการ์ด (Agard, 1977) ที่ได้ศึกษาผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยครูให้ข้อมูล กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้คำถามแบบสืบสวนระดับสูง และกลุ่มทดลองที่ 2 ใช้คำถามแบบสืบสวนระดับต่ำ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้คำถามระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่สอนโดยครูให้ข้อมูลซึ่งไม่มีการใช้คำถาม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป้าหมายยุทธศาสตร์ การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 พระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ผลการประเมินการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผลการประเมินโครงการ PISA ในปี 2012 ตลอดจนแนวคิดและทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้และการใช้คำถามระดับสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในการใช้กิจกรรม การเรียนรู้ในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สำหรับเด็กและเยาวชนไทย ให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงหลังเรียนกับก่อนเรียน

3. เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4. เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนกับก่อนเรียน

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวน 450 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 100 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย

1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

2) การจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อหาในสาระการเรียนรู้ที่ 3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยดังนี้ การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต การเขียนสูตร การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ ความยาวพันธะ พลังงานพันธะ แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ รูปร่างของโมเลกุล สภาพขั้วของโมเลกุล

โคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และ สารโคเวเลนต์โครงผลึก่างตาข่าย

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลา 5 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ วิจัยด้วยตนเอง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยในกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ดำเนินการทดลองตาม รูปแบบการวิจัย Pretest-Posttest, Nonequivalent Control Group Design (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554) ซึ่ง มีการสุ่มประชากรมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม ทดลอง และกลุ่มควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อน และหลังการวิจัย แสดงรูปแบบการวิจัยดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 รูปแบบการวิจัย Pretest-Posttest, Nonequivalent Control Group Design

G_1	O_1	X_1	O_2
G_2	O_3	-	O_4

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนรูปแบบการวิจัย มีดังต่อไปนี้

G_1 แทน กลุ่มทดลอง

G_2 แทน กลุ่มควบคุม

O_1, O_3 แทน การทดสอบก่อนเรียน

X_1 แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง

O_2, O_4 แทน การทดสอบหลังเรียน

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้น การใช้คำถามระดับสูง แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบ วัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

หาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง เป็นแผนการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการ แสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบและใช้กระบวนการคิด ที่มีเหตุผลประกอบกับการใช้คำถามระดับสูง จำนวน 7 แผน ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ มีการใช้คำถามระดับสูง 7 ประเภท ได้แก่ คำถามให้อธิบาย คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้จำแนกประเภท คำถามให้ยกตัวอย่าง คำถามให้วิเคราะห์ คำถามให้สังเคราะห์ และคำถามให้ประเมินค่า เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นสำรวจและค้นหา มีการ จัดแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเพื่อเข้าสู่กิจกรรมการสำรวจ และค้นหา โดยมีการอภิปรายกลุ่มย่อยเพื่อให้ได้ข้อสรุป และเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันภายในกลุ่ม 3) ขั้น อธิบายและลงข้อสรุป มีการนำเสนอผลการสำรวจและ ค้นหาค้นหาของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุป ผลการสำรวจและค้นหา 4) ขั้นขยายความรู้ ให้ผู้เรียน นำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ และทักษะในสถานการณ์ใหม่โดยมีการใช้คำถามระดับ สูง 7 ประเภท ได้แก่ คำถามให้อธิบาย คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้จำแนกประเภท คำถามให้ยกตัวอย่าง คำถามให้วิเคราะห์ คำถามให้สังเคราะห์ และคำถามให้ ประเมินค่า และ 5) ขั้นประเมินผล ครูประเมินผลการ เรียนรู้ของนักเรียนซึ่งทดสอบเป็นรายบุคคลเพื่อเป็นการ ประเมินการเรียนรู้ว่าผู้เรียนมีความรู้ะไรบ้างมากน้อย เพียงใดเป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แบบ ทดสอบย่อยเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้น การใช้คำถามระดับสูง เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ เสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและ ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งได้ค่าความเหมาะสมอยู่ ระหว่าง 4.20-5.00 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด และค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ มีการนำเข้าสู่บทเรียนหรือทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นสำรวจและค้นหา มีการจัดแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเพื่อเข้าสู่กิจกรรมการสำรวจและค้นหาโดยมีการอภิปรายกลุ่มย่อยเพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป มีการนำเสนอผลการสำรวจและค้นหาของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปผลการสำรวจและค้นหา 4) ขั้นขยายความรู้ให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ๆ และ 5) ขั้นประเมินผลครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งทดสอบเป็นรายบุคคลเพื่อเป็นการประเมินการเรียนรู้ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างน้อยเพียงใด เป็นการวัดและประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบย่อยเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งได้ค่าความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.20-5.00 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมมากที่สุดและค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ เป็นเครื่องมือใช้ในการประเมินผลความรู้ ความสามารถด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูม 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.25 - 0.63 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22 - 0.62 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76

4. แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความรู้ ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ การอธิบายตามหลักการวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ และการลงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านอยู่ระหว่าง 0.8-1.00 มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.42 - 0.65 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25 - 0.52 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ติดต่อขอความร่วมมือจากโรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี

2. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. ดำเนินการทดลองด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงกับกลุ่มทดลองและการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มควบคุม

4. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบฉบับเดิม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติมีดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2. สถิติในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-richardson)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

3.1 การทดสอบค่าที (t-test for independent samples)

3.2 การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples)

ผลการวิจัย

เมื่อดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาทำการวิเคราะห์ ได้ผลการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t	p
กลุ่มทดลอง	50	30	24.02	2.245	8.439*	.000
กลุ่มควบคุม	50	30	18.94	3.616		

* $p < .05$

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนกับก่อนเรียน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนกับก่อนเรียน

กลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t	p
หลังเรียน	50	30	24.02	2.245	20.150*	.000
ก่อนเรียน	50	30	13.42	3.375		

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

3. ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มทดลอง	50	12	10.02	1.363	6.650*	.000
กลุ่มควบคุม	50	12	7.72	2.031		

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

4. ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนกับก่อนเรียน แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนกับก่อนเรียน

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
หลังเรียน	50	12	10.02	1.550	19.190*	.000
หลังเรียน	50	12	4.62	1.363		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยผู้วิจัยแบ่งประเด็นสำคัญในการนำเสนอการสรุปและอภิปรายผลการวิจัย 2 ประเด็น คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง และ 2) การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ 5 ชั้น คือ 1) การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยด้วยการใช้คำถามระดับสูง 7 ประเภท ได้แก่ คำถามให้อธิบาย คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้จำแนกประเภท คำถามให้ยกตัวอย่าง คำถามให้วิเคราะห์ คำถามให้สังเคราะห์ และคำถามให้ประเมินค่า เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน 2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ 3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้อธิบายและแสดงผล สรุปผล 4) การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม และ 5) การประเมิน

(Evaluation) เป็นการประเมินความรู้ ทักษะกระบวนการที่นักเรียนได้รับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งยังมีการจัดประสบการณ์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดและค้นคว้าด้วยตนเอง รู้จักการวางแผนในการทำกิจกรรมต่างๆ ภายในกลุ่มอย่างเป็นระบบ รวมไปถึงได้แสดงออกตามความสามารถของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวีณา ประชากุล และประสาธน์ เมืองเฉลิม (2553) ที่ได้เสนอไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเองแล้วสรุปออกมาเป็นหลักการหรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ และข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือการพัฒนาศักยภาพทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่ง ภาพ เลหาพิบูลย์ (2542) ได้เสนอไว้ว่า ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้คือ ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ ทำให้ความรู้คงทนและถาวร การเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วยผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอนผู้เรียนสามารถเรียนรู้มนต์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้นส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วยและผู้เรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และยังมีการใช้คำถามระดับสูงซึ่งเป็นเทคนิคสำคัญในการเสาะแสวงหาความรู้ที่มีประสิทธิภาพ เป็นกลวิธีการสอนที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะ

การคิด การตีความ การไตร่ตรอง การถ่ายทอดความคิดอย่างมีเหตุผล สามารถนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของกัญญา วีรยวธรณ (2536) ซึ่งได้เสนอไว้ว่าการใช้คำถามเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาความคิดใหม่ ๆ กระบวนการถามจะช่วยขยายทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลและช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อีกทั้งช่วยทำให้เกิดความเข้าใจให้กระจ่างขึ้น ได้ข้อมูลป้อนกลับทั้งด้านการเรียนการสอนก่อให้เกิดการทบทวน การเชื่อมโยงระหว่างความคิดต่าง ๆ ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นและเกิดความท้าทาย สอดคล้องกับผลงานวิจัยของสุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550) ที่ได้ศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีนักเรียนร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดและสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลงานวิจัยของ ศรีบุญ ตามใจมศรี (2553) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 80.95 และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และ 4 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง โดยได้ศึกษาหาความ

รู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้เท่านั้น และการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น และยังเกิดทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมที่ครูจัดให้อีกด้วย นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้อีกมีการใช้คำถามระดับสูง 7 ประเภท ได้แก่ คำถามให้อธิบาย คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้จำแนกประเภท คำถามให้ยกตัวอย่าง คำถามให้วิเคราะห์ คำถามให้สังเคราะห์ และคำถามให้ประเมินค่า รวมในการจัดการเรียนรู้ซึ่งคำถามระดับสูงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนรู้และเป็นการกระตุ้นความคิดของผู้เรียน ถ้าผู้สอนมีความสามารถในการใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ได้ดี โดยเฉพาะหลักสูตรมัธยมศึกษาฉบับปัจจุบัน มุ่งให้ผู้เรียนได้คิด ได้แก่ปัญหา ได้วิเคราะห์ ได้หาแนวทางเลือกปฏิบัติที่เหมาะสม ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องมีทักษะในการถามคำถามที่มีประสิทธิภาพ จึงจะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดและการให้เหตุผล ดังที่หลักสูตรมุ่งหวัง อีกทั้งคำถามระดับสูงยังเป็นคำถามที่ต้องการคำตอบมากกว่าการให้นักเรียนบอกข้อความจริง ความหมาย ความจำ และต้องการส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูงในการตอบคำถามและช่วยพัฒนานักเรียนในด้านของทักษะความคิดและการให้เหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของจอห์น ดีวอี้ (Dewey, 1956) ที่เสนอว่าการเรียนรู้จะเกิดได้ดีต้องเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติ นอกจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) แล้วยังมีการใช้คำถามระดับสูงร่วมในการจัดการเรียนรู้ ซึ่ง กัญญา วีรยวธรณ (2536) ซึ่งได้เสนอไว้ว่า การใช้คำถามเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาความคิดใหม่ ๆ กระบวนการถามจะช่วยขยายทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลและช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อีกทั้งช่วยทำให้เกิดความเข้าใจให้กระจ่างขึ้น ได้ข้อมูลป้อนกลับทั้งด้านการเรียนการสอน ก่อให้เกิดการทบทวน การเชื่อมโยงระหว่างความคิดต่าง ๆ

ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นและเกิดความท้าทาย รวมไปถึง พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545) ได้เสนอไว้ว่าการใช้คำถามยังสามารถส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิดนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์และเกิดทักษะในการคิดอย่างมีระบบ นอกจากนั้นยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น ตลอดจนกระตุ้นให้ได้ลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง ดังนั้นคำถามมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอนเป็นการกระตุ้นความคิดของผู้เรียน ดังที่ จิราพร อัครสมพงษ์ (2536) ได้กล่าวไว้ว่า ถ้าผู้สอนมีความสามารถในการถามคำถามที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ได้ดี โดยเฉพาะหลักสูตรประถมศึกษาและมัธยมศึกษาฉบับปัจจุบัน มุ่งให้ผู้เรียนได้คิด ได้แก้ปัญหา ได้วิเคราะห์ ได้หาแนวทางเลือกปฏิบัติที่เหมาะสม ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องมีทักษะในการถามคำถามที่มีประสิทธิภาพ จึงจะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดและการให้เหตุผล ดังที่ หลักสูตรมุ่งหมายไว้ จากความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงซึ่งจะช่วยส่งเสริมการคิดระดับสูงและสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียน ซึ่งหากใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องจนผู้เรียนคุ้นเคย จะช่วยพัฒนาความคิดและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของอินสน สมเกต (2533) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้คำถามระดับสูงที่มีสัดส่วนต่างกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จะเห็นได้ว่าการใช้คำถามร่วมในการจัดการเรียนรู้นั้นมีส่วนช่วยในการพัฒนาผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนและช่วยในการพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ซึ่งเป็นไปตามงานวิจัยของอรุณรัตน์ พวงทิพากร (2532) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้คำถามระดับต่างๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้คำถามระดับสูงสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มากกว่าการสอนโดยใช้คำถามระดับต่ำเพียงอย่างเดียว

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง โดยได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ทำการทดลองด้วยตนเอง และการที่ผู้เรียนปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเองจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น และยังเกิดทักษะในการคิดอย่างมีเหตุผลอีกด้วย ดังนั้นจึงสามารถขยายขอบข่ายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงในรายวิชาวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อตัวแปรอื่นอื่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นต้น เนื่องจากเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถนำสิ่งต่างๆ ดังกล่าวไปใช้ในวิชาอื่น และเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2546). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุ.
- กัญญา วีรยวรรณ. (2536). *การศึกษารูปแบบปัญหาการเรียนการสอนและการทำวิทยานิพนธ์สาขาการบริหาร การศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาไทย*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- จิราพร อัครสมพงษ์. (2536). *การเปรียบเทียบความสอดคล้องของคะแนนแบบสอบถามเรียง จากผู้ตรวจและวิธีการตรวจต่างกัน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์. (2534). *แนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทย*. เอกสารประกอบการสอน วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ธนายุด จันทราเขต. (2556, 22, พฤศจิกายน). *ครูชำนาญการโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรี*. สัมภาษณ์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). *การพัฒนาชุดการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ เรื่องบรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ, มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วัลลภ คงนะ. (2555). *รายงานผลการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีเรื่องการตรวจสอบแร่ด้วยวิธีสีบสเหาคความรู้*. โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์องค์การมหาชนสำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพเยาวชน (สสค.)
- วีณา ประชากุล และประสาธ เนืองเฉลิม. (2553). *รูปแบบการเรียนการสอน*. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศรีบุญตาม โจมศรี. (2553). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องพันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมิติ*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตร และการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: บริษัท แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (ม.ป.ป.). *เป้าหมายยุทธศาสตร์และตัวบ่งชี้การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 (พ.ศ. 2552-2561)*. กรุงเทพฯ.

- สุธารพินช์ โนนศรีชัย. (2550). การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต,
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- อรุณรัตน์ พ่วงทิพากร. (2532). การศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้คำถามระดับต่างๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการอ่าน
ภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาภาษาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. นครปฐม.
- อินสน สมเกต. (2533). การพัฒนานวัตกรรมทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง.
(เอกสารอัดสำเนา)
- Agard, S. (1977). Oral questioning by the teacher : Influence on student achievement in eleventh
grade chemistry. *Dissertation Abstracts International*. 34, 2(August).
- Dewey, J. (1956). *The child and the curriculum and the school and society*, Chicago: Phoenix
Books.