การใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

Using Active Learning Process and Questioning Techniques to Improve Students Ability to Questioning for Science Project of General Science Education Colledge Students in Roi Et Rajabhat University

เฉลิมวุฒิ ศุภสุข[1]
Chalermwoot Soopasook[1]

Received : 13 ส.ค. 2562
Revised : 28 ต.ค. 2562
Accepted : 29 ต.ค. 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถของนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในการตั้งคำถามเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยการใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม 2) เปรียบเทียบระดับของการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ก่อนและหลังเรียนโดยการใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 99 คน ในรายวิชา SED4135 โครงงานวิทยาศาสตร์ ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม จำนวน 4 แผน 16 ชั่วโมง และ 2) แบบสังเกตพัฒนาการในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบประเมินความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบอัตนัย ใช้เกณฑ์การประเมินให้คะแนนแบบแยกประเด็น วิเคราะห์ข้อมูลด้านสถิติด้วยค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test ผลการวิจัย พบว่า

1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีคะแนนความสามารถ ในการตั้งคำถามเท่ากับร้อยละ 85.84 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 75 และจัดอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และ 2) นักศึกษาที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : กระบวนการเรียนรู้เชิงรุก, เทคนิคการใช้คำถาม, ความสามารถในการตั้งคำถาม

Abstract

The purposes of this study were to 1) study the ability of students to questioning for science project after learning with active learning process and questioning techniques 2) compare students' science project questioning ability between before and after learning with active learning process and questioning technique. The sample was a class of 99 general science education college students of faculty of education, Roi Et Rajabhat University in SED4135 Science project subject by purposive sampling. The experimental instruments were 1) 4 active learning process and questioning techniques lesson plan and 2) questioning development observation form. The data collection instrument was science project questioning ability form. The collected data were analyzed by arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, and t-test. The research found:

1) The mean percentage score of students' science project questioning ability was 85.84 percent, which was higher than the criterion score set at 75 percent, and rated as very good and 2) After

[1] *อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด อีเมล: wo_ot9@hotmail.com*

[1] *Lecturer in General Science Education, Faculty of Education, Roi Et Rajabhat University, Email: wo_ot9@hotmail.com*

experiment, the science project questioning ability of students after learned with active learning process and questioning technique higher than before experiment at .05 level of significant

Keywords : Active learning process, Using questioning technique, Questioning technique ability

บทนำ

ประเทศไทยให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ และสนับสนุนปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ดังปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวดที่ 4 มาตรที่ 23 และ 24 ที่เน้นให้มีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามความเหมาะสม สอดคล้องกับความถนัด และความสนใจของผู้เรียน โดยการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงฝึกผู้เรียนให้คิดเป็น ทำเป็น (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2542, 2553 : 8-9) สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ในยุทธศาสตร์ที่ 2 ที่เน้นให้ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างองค์ความรู้ และในยุทธศาสตร์ที่ 3 ข้อ 3.3 ที่เน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาแห่งชาติ, 2560 : ฌ-ญ)

ทุกประเทศต่างทบทวนและปฏิรูปหลักสูตรการศึกษาของตนเองเพื่อให้เยาวชน/ผู้เรียนแต่ละคนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ และรับรู้ข้อมูลและตัดสินใจด้วยความรับผิดชอบเพื่อการดำรงชีวิตและทำงานได้ในศตวรรษที่ 21 (Northern Ireland Curriculum, 2007 : online) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวทางการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนระดับมหาวิทยาลัยที่เปลี่ยนจากแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง (Teaching-centric approach) ไปสู่การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียน/ผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learning-centric approach) ซึ่งเป็นการคิดใหม่ (rethinking) โดยการผสมผสานแนวทางการจัดการเรียนการสอน (pedagogical approaches) กับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน (learning process) ผ่านการคำนึงถึง 1) นักเรียนเรียนรู้ได้ดีแค่ไหน และ 2) แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย แนวทางใดที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น (University of North Carolina at Chapel Hill, 2009 : online) ซึ่งแนวทางจัดการเรียนการสอนเชิงรุก (Active learning) เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ควรนำมาปรับใช้ในห้องเรียนระดับอุดมศึกษา

การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีบทบาทในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาและตื่นตัว (ราชบัณฑิตยสถาน, 2551 : 8) ซึ่งนำผู้เรียนไปสู่การสะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในชั้นเรียน นักเรียนจะต้องได้ทำมากกว่าการนั่งฟังและจดบันทึก เช่น อ่าน เขียน อภิปราย รวมไปถึงกิจกรรมที่สะท้อนความคิดหรือสะท้อนการเรียนรู้ต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสอนให้มีกิจกรรมที่ผู้เรียนมีส่วนร่วม ต้องอาศัยการพัฒนาลักษณะกิจกรรมสำหรับผู้เรียน และต้องใช้กลยุทธ์หรือเทคนิคเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ถ้านักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการกระตุ้นหรือส่งเสริม (encourage) และการสะท้อนผล (reflection) ในการทำกิจกรรมผ่านกลยุทธ์การเรียนรู้ (active learning strategies) นักเรียนจะเรียนรู้ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (more effectively) และเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น (Dias, 2011 : online) สอดคล้องกับ Brame (2016 : online) ให้ความหมายของการเรียนรู้เชิงรุกว่า เป็นกิจกรรมที่นักเรียนสร้างความรู้และความเข้าใจด้วยตนเอง (construct knowledge and understanding) ซึ่งกิจกรรมต้องกระตุ้นผู้เรียนในการคิดขั้นสูง (higher order thinking) ผู้เรียนจะได้คิดเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ สิ่งสำคัญของการเรียนรู้เชิงรุก คือ การเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ กับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

การเรียนรู้เชิงรุกสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้สรรคนิยม (Constructivism) ตามที่ Brame (2016 : online) ให้เหตุผลไว้ว่า เนื่องจากการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง เช่นเดียวกับทฤษฎีการเรียนรู้สรรคนิยมที่นักเรียนแต่ละคนเรียนรู้ผ่านการสร้างความรู้และทำความเข้าใจด้วยตนเอง รวมถึงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิม เริ่มจากการซึมซับความรู้ใหม่ (Assimilate) เข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม แล้วปรับให้เกิดความเข้าใจ (Accommodate) โดยแนวทางการสร้างความรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้สรรคนิยมนั้น สนับสนุนการเรียนรู้โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ รวมไปถึงต่อยอดหรือขยายความรู้ความเข้าใจของนักเรียนให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น โดย Teaching Assistants' Training Program [TATP] (2014 : online) กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกในการจัดการเรียนการสอนไว้ ดังนี้ 1) เพิ่มเจตคติและความพึงพอใจของนักเรียนให้สูงมากยิ่งขึ้น รวมถึงเพิ่มความมั่นใจ

ในตัวเอง (self-confidence) และความเชื่อมั่นในตัวเอง (self-reliance) 2) กระตุ้นผู้เรียนให้มีลักษณะของการเป็นนักเรียนเชิงรุก 3) เพิ่มความรู้ด้านเนื้อหาสาระ (content knowledge) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) และการรื้อฟื้นความรู้ (recall) 4) เอื้อให้ผู้เรียนสามารถใช้ลีลาการเรียนรู้ (Learning style) ได้หลากหลายตามความเหมาะสมและความถนัดของผู้เรียนแต่ละคน 5) เพิ่มความกระตือรือร้นทั้งนักเรียนและครูผู้สอน6) ส่งเสริมนักเรียนในการคิดขั้นสูง (higher order thinking) เช่น การวิเคราะห์ (analysis) การสังเคราะห์ (synthesis) การคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ (adaptability) การแก้ปัญหา (problem solving) โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีเทคนิคการเรียนแทรกอยู่ ที่ครูผู้สอนสามารถเลือกและปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของชั้นเรียนนั้น ๆ โดยเทคนิคในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่น่าสนใจสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ 1) เทคนิคการใช้คำถาม 2) PMI (Plus-Minus-Interest) และ 3) Think-pair-share (University of North Carolina at Chapel Hill, 2009 : 1-2, Northern Ireland Curriculum, 2007 : online) and (Brame, 2016 : online)

เทคนิคการใช้คำถาม (Question Technique) หมายถึง การแสดงออกของการสืบสอบหาความรู้ที่ต้องการคำตอบผ่านการใช้คำถาม โดยการถามคำถามที่ดีเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝน ฝึกซ้อม และต้องมีการนิเทศติดตาม ถ้านักเรียนไม่ได้อยู่ในสังคมหรือสภาพแวดล้อมที่มีการกระตุ้นในการใช้คำถามเชิงรุก (Active question) ทักษะการใช้คำถามจะไม่เกิดและไม่กลายเป็นคนมีนิสัยในการถามคำถามเชิงรุก จึงส่งผลให้การถามคำถามเป็นทักษะที่มีความสำคัญมากสำหรับการเริ่มต้นที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ (Nikam, 2014 : online) Pierre-Marc-Gastau, duc de Levis (site in Vale, 2013 : online) ได้กล่าวว่า “เราสามารถตัดสินความคิดของใครสักคนได้จากการถามคำถามของเขา แทนที่จะมองเพียงแค่คำตอบที่เขาตอบ” ถ้าครูสามารถใช้คำถาม หรือนักเรียนสามารถตั้งคำถามได้อย่างมีประสิทธิภาพ คำถามจะเป็นเครื่องมือที่ดีที่สุดที่สามารถนำไปสู่จุดเริ่มต้นในการแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดี โดยลักษณะคำถามที่ใช้ในห้องเรียนโดยส่วนใหญ่มี 2 ประเภท ได้แก่ 1) คำถามปลายปิด (close question) เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบที่ค่อนข้างจำกัด หรือต้องการคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (right answer) คำถามในลักษณะนี้ใช้ในกรณีที่ผู้เรียนมีความรู้ หรือมีประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำตอบอยู่แล้ว ครูจึงนิยมใช้คำถามปลายปิดในการดึงข้อมูลหรือความรู้ที่ผู้เรียนเข้าใจออกมาเป็นรูปธรรม และ 2) คำถามปลายเปิด (open question) เป็นคำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ อาจมีเพียงหนึ่งคำตอบหรือมากกว่าหนึ่งคำตอบก็ได้ ผู้เรียนสามารถใช้ประสบการณ์เดิม ความรู้เดิม รวมถึงความคิดอันเป็นเหตุเป็นผลในการสร้างสมมติฐานหรือสร้างคำตอบขึ้นมา คำถามในลักษณะนี้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์ และมีการคิดสร้างสรรค์ในการสร้างคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามด้วยความเป็นเหตุเป็นผล (Blosser, 2000 : online) Nikam, (2014 : online) ได้แบ่งประเภทของคำถามที่พบบ่อยในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท ได้แก่ 1) คำถามที่ต้องใช้ข้อมูลเป็นฐาน (Information based question) เป็นคำถามที่สามารถแก้ปัญหาได้โดยการอภิปราย สอบถามผู้รู้ หรือการสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร ตำรา หรืองานวิจัย เนื่องจากเป็นคำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องรออยู่แล้ว เพียงแค่รอให้ผู้เรียนไปศึกษาเพิ่มเติมเท่านั้น คำถามในลักษณะนี้เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการอาศัยหลักฐานหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อใช้ในการกล่าวอ้างหรือการอธิบายให้เกิดความเข้าใจหรือการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น 2) คำถามเชิงรุก (Active based question) เป็นคำถามที่จะนำผู้เรียนไปสู่การแสวงหาความรู้หรือหาคำตอบที่นักเรียนสงสัยผ่านกิจกรรมการทดลอง ผ่านประสบการณ์ตรงหรือผ่านการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้หรือหาคำตอบของปัญหาผ่านการแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือตรวจสอบสมมติฐานตามแนวทางที่นักเรียนได้กำหนดขึ้นมา

Groisser (1964, อ้างถึงใน Lewis, 2002 : online) ได้กล่าวในหนังสือ How to Use the Fine Art of Questioning ถึงประเภทของคำถามเมื่อพิจารณาตามวัตถุประสงค์ไว้ 7 ประเภท ดังนี้ 1) คำถามทดสอบความพร้อมของนักเรียน (to test a student’s preparation) เป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนจากการทำการบ้านหรือจากภาระงานที่ได้รับมอบหมาย 2) คำถามกระตุ้นความสนใจ (arouse interest) เป็นคำถามกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นหรืออยากที่จะใฝ่รู้เพิ่มเติมในเรื่องที่ครูกำลังสอน 3) คำถามเพื่อพัฒนาความเข้าใจอย่างถ่องแท้ (to develop insights) เป็นคำถามที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในสิ่งที่นักเรียนกำลังศึกษา หรือต่อยอดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลุ่มลึก 4) คำถามเพื่อพัฒนาการคิด ทัศนคติ และการเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน (to develop ideals, attitudes, and appreciations) เป็นคำถามที่ช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักและเห็นประโยชน์

เห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียนในบริบทต่าง ๆ ในหลาย ๆ มิติที่นอกเหนือจากความรู้ที่เรียนในห้องเรียน) เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจที่เข้มแข็ง (to strengthen learning) เป็นคำถามที่ช่วยให้นักเรียนทบทวนความรู้ หรือสรุปความรู้เพื่อให้เข้าใจถูกต้องและตรงประเด็น 6) เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณ (to stimulate critical thinking) โดยพัฒนาทัศนคติในการถามคำถามของนักเรียนให้ลุ่มลึกในการถามคำถามมากยิ่งขึ้น และ 7) เพื่อทดสอบการบรรลุความสำเร็จตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (to test achievement of objective) เป็นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนในสิ่งที่ครูได้สอนแล้ว เพื่อให้ได้รับรู้ข้อมูลว่าผู้เรียนเมื่อเรียนในเนื้อหานั้น ๆ แล้วบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ อย่างไรก็ตาม Groisser ยังได้เสนอลักษณะของคำถามที่ดีที่เหมาะสำหรับใช้ในห้องเรียนไว้ 7 ข้อ ดังนี้ 1) คำถามที่ตรงประเด็น (Purposeful) ควรถามคำถามที่เจาะจง ตรงประเด็น ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการถาม 2) คำถามที่ชัดเจน (Clear) ครูควรถามคำถามที่ชัดเจนและสื่อความหมาย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ครูต้องการสื่อได้ถูกต้อง 3) กระชับ (Brief) ครูควรเลือกใช้ภาษาที่กระชับ ไม่เยิ่นเย้อในการถามคำถาม เพื่อป้องกันผู้เรียนไม่ให้เกิดความสับสน หลงประเด็น หรือเข้าใจผิดเกี่ยวกับสิ่งที่ครูถาม 4) ภาษาที่เข้าใจง่าย (Natural) ครูควรใช้ภาษาที่เป็นธรรมชาติ เข้าใจง่าย หรือคำศัพท์เฉพาะที่ยากเกินความเข้าใจของผู้เรียนมากจนเกินไป 5) คำถามชวนคิด-กระตุ้นการคิด (Thought-provoking) ครูควรใช้คำถามในลักษระกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด คำถามที่น่าสนใจ น่าค้นหา หรือชวนให้ผู้เรียนตอบสนองต่อสิ่งที่ครูถาม 6) คำถามที่มีขอบเขตที่ชัดเจน (limited in scope) ควรเป็นคำถามที่มีเพียง 1 หรือ 2 ประเด็น ในการหาคำตอบ หรืออธิบายเหตุผล เพื่อป้องการเข้าใจผิดหรือการหลงประเด็นระหว่างการอภิปราย และ 7) คำถามที่เหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน (adapted to the level of the class) ครูควรปรับภาษาของคำถาม ลักษณะของคำถาม ประเด็นในการถาม ความยากง่ายของคำถาม และเรื่องราวเกี่ยวกับคำถาม ให้เหมาะสมกับช่วงวัยของเด็กเพื่อให้เหมาะสมและทำให้ผู้เรียนเข้าใจ หากคำถามนั้นยากจนเกินไปอาจทำให้ผู้เรียนไม่สนใจในสิ่งที่เรียน

จากเอกสารที่กล่าวมาในข้างต้นเห็นได้ว่า การใช้คำถามในห้องเรียนเป็นเทคนิคสำคัญในการช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น หรือใฝ่รู้ในสิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ รวมไปถึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน สอดคล้องกับรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ โดยเฉพาะในส่วนของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงงานเป็นฐาน หรือรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ โดย Simmons (2004 : online) ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการสำรวจตรวจสอบข้อคำถามที่นักเรียนสนใจ (investigate a question of interest) สอดคล้องกับ Martine, Stephen and Young (2019 : online) และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2559 : 16) ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการค้นคว้าเกี่ยวกับหัวข้อวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่เรียกว่า องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (body of knowledge) ด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยความรู้ที่ได้มานั้นควรเป็นความรู้ใหม่ หรือต่อยอดจากความรู้เดิม ซึ่งครูทำหน้าที่คอยให้คำปรึกษา ทั้งครูและนักเรียนเรียนรู้และศึกษาไปพร้อม ๆ กัน (unknown by all) จุดเริ่มต้นสำคัญสำหรับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนา (develop) และการมี (owning) คำถามที่นักเรียนสนใจที่เกี่ยวกับชีวิตจริง เนื่องจากโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นรายวิชาที่มีเนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็นเนื้อหาหลัก แต่สามารถนำเนื้อหาอื่น ๆ รวมถึงเนื้อหาในบริบทของชีวิตจริงมาบูรณาการในการจัดการเรียนการสอนได้ความเหมาะสม หรือที่เรียกว่า cross-curriculum project เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริง (real-life problem solving) จึงจำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการทั้งความรู้และความช่วยเหลือต่าง ๆ สำหรับการศึกษาหาความรู้ และแก้ปัญหาในสิ่งที่นักเรียนสนใจ โดย Simmons (2004 : 6) ได้ให้ข้อสังเกตว่า ถึงแม้หลักสูตรวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (learning science facts) และเรียนรู้ผ่านกระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (experimental procedure) แต่มีนักเรียนน้อยคนนักที่จะสามารถตั้งคำถามปลายเปิด (open-ended question) ได้ดีและตรงกับหัวข้อที่ตนเองต้องการ โดยการระบุปัญหาหรือการตั้งคำถามสำหรับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น ต้องมีลักษณะที่เหมาะสมเพื่อเอื้อให้นักเรียนสามารถดำเนินการทำโครงงานได้ลักษณะของคำถามที่เหมาะสำหรับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีลักษณะ ดังนี้ 1) เป็นคำถามปลายเปิด เพื่อเป็นการไม่ปิดกั้นวิธีการในการแก้ปัญหา หรือไม่ได้ระบุว่าวิธีแก้ปัญหาไหนถูกหรือผิด เนื่องจากคำถามโครงงานบางคำถามอาจมีวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธีได้ 2) เป็นคำถามริเริ่มสร้างสรรค์ คำถามโครงงานที่ดีควรนำไปสู่การแสวงหาคำตอบ ความรู้ วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ยังไม่เคยพบ ยังไม่เคยปรากฏ หรือยังไม่เคยมีผู้ได้ศึกษามาก่อน 3) เป็นคำถามที่สามารถดำเนินการตรวจสอบหรือทดสอบเพื่อหาคำตอบได้ โดยไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป 4) เป็นคำถามเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจพื้นฐาน

ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นของนักเรียนมากยิ่งขึ้น สรุปได้ว่า คำถามที่เหมาะสำหรับการทำโครงงานควรเป็นคำถามริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่ แต่บางคำถามอาจยากจนเกินไป หรือไม่เหมาะสมกับระดับหรือช่วงวัยของผู้เรียน ส่งผลให้โครงงานไม่ประสบผลสำเร็จหรือล้มเลิกการทำโครงงานในเรื่องนั้น ๆ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้าไปศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่สนใจให้มีความรู้มากยิ่งขึ้น จึงไม่จำเป็นต้องตั้งคำถามโครงงานที่มีความสลับซับซ้อนมากจนเกินไป ซึ่งการใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่พบเห็นทั่วไปในชีวิตประจำวันจึงเป็นวิธีการที่ง่ายสำหรับนักเรียน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2553 : 40-41, พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2559 : 54-55, พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2548 : 68-69

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจในการศึกษา การใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสามารถของนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยการใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับของการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปก่อนและหลังเรียนโดยการใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม

กรอบแนวคิดและสมมติฐาน

การเรียนรู้เชิงรุกเป็นกิจกรรมที่นักเรียนสร้างความรู้และความเข้าใจด้วยตนเอง (construct knowledge and understanding) ซึ่งกิจกรรมต้องกระตุ้นผู้เรียนในการคิดขั้นสูง (higher order thinking) ผู้เรียนจะได้คิดเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ สิ่งสำคัญของการเรียนรู้เชิงรุก คือ การเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน (Brame, 2016 : online) แต่การถามคำถามที่ดีเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝน ฝึกซ้อม และต้องมีการนิเทศติดตาม ถ้านักเรียนไม่ได้อยู่ในสังคมหรือสภาพแวดล้อมที่มีการกระตุ้นในการใช้คำถามเชิงรุก (Active question) ทักษะการใช้คำถามจะไม่เกิดและไม่กลายเป็นคนมีนิสัยในการถามคำถามเชิงรุก จึงส่งผลให้การถามคำถามเป็นทักษะที่มีความสำคัญมากสำหรับการเริ่มต้นที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ (Nikam, 2014 : online) การตั้งคำถามมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการเรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นจุดเริ่มต้นในการได้มาซึ่งหัวข้อของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ หัวข้อในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต้องได้มาจากความสนใจ สงสัย บนพื้นฐานแห่งปัญหาที่กำลังต้องการแก้ไข หรือจากคำถามที่ต้องการคำตอบ (กิ่งทอง ใบหยก, 2554 : 46-47) ทั้งนี้จากการศึกษาของนัยนา ตรงประเสริฐ (2544 : 78) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนที่มีและไม่มีการฝึกตั้งคำถาม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกตั้งคำถามมีความสามารถในการตั้งคำถามสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการฝึกตั้งคำถามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานว่า

1. นักศึกษาที่เรียนโดยการใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามสูงกว่าร้อยละ 75 อยู่ในระดับ ดี
2. นักศึกษาที่เรียนโดยการใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experiment Research) โดยมีการวิจัยแบบ One-group Posttest design มีกลุ่มการทดลอง 1 กลุ่ม คือ กลุ่มของนักศึกษาที่เรียนโดยการใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเรียนและหลังเรียน

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 99 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2561 รายวิชา SED4135 โครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรายวิชาเลือกเสรีของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด โดยผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เนื่องจากผู้วิจัยพบปัญหาจากการสอนนักศึกษาในรายวิชาดังกล่าว ในปีการศึกษาที่ผ่านมา มีความสามารถในการตั้งคำถามหรือระบุปัญหาสำหรับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ จึงเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนในรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัยครั้งนี้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1.1 แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถาม เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย 20 ข้อ โดยให้นักศึกษาตั้งคำถามจากสถานการณ์หรือตัวอย่างที่กำหนดให้ แล้วนำคำตอบมาพิจารณาโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกประเด็น (Analytic scoring rubric) ปรับจาก Nitko, 2007 : 261-284) ซึ่งมีระดับคะแนน 3 ระดับ เพื่อประเมินพฤติกรรมย่อย 5 พฤติกรรม ดังนี้ 1) ลักษณะคำถามปลายเปิด 2) ความคิดสร้างสรรค์ของคำถาม 3) ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบหรือทดลองได้จริงของคำถาม 4) คำถามสามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับปัญหา และ 5) ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย และการสื่อความหมายของคำถาม โดยนำคะแนนที่ประเมินพฤติกรรมย่อยทั้ง 5 มาแปลผลในส่วนของความสามารถในการตั้งคำถามเทียบกับการประเมินคุณภาพของกรมวิชาการ และนำคะแนนมาวิเคราะห์ความสอดคล้องภายใน (inter-rater reliability) ปรับจาก Nitko, 2007 : 74-75) ได้ค่า r_{AB} = 0.93 โดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) เท่ากับ 0.917 ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเลือกสถานการณ์สำหรับใช้ในแบบทดสอบว่า “ควรเลือกสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันโดยใช้ภาษาที่ไม่ชี้แนะนักศึกษาจนเกินไป เพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าใจและสามารถตั้งคำถาม เพื่อใช้แก้ปัญหาในปัจจุบันให้เกิดประโยชน์ได้ เช่น ปัญหาฝุ่น 2.5 PM ปัญหาการเผาพืชพันธุ์การเกษตร ปัญหาความแห้งแล้ง”

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม จำนวน 4 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 7-31 มกราคม พ.ศ. 2562 ซึ่งมีขั้นตอนการสอน ดังนี้

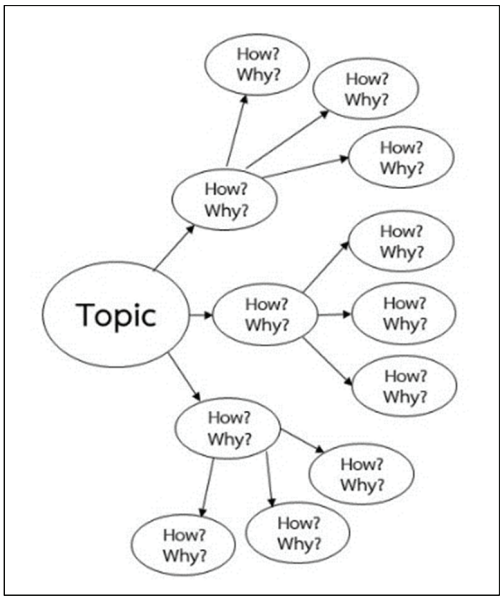
ขั้นที่ 1 กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจ ครูกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้อยากเรียน โดยกำหนดสถานการณ์ แล้วให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้จำนวน 10-15 ข้อคำถาม แล้วนำคำถามที่ตั้งมาแลกเปลี่ยนคำถามคำตอบกับเพื่อน โดยใช้เทคนิค Think-pair-share และ/หรือ Think-pair-square เพื่อตรวจสอบลักษณะคำถามและคำตอบของตนเอง

ขั้นที่ 2 แสวงหาความรู้ ครูกำหนดหัวข้อที่น่าสนใจเกี่ยวกับชีวิตจริงในปัจจุบัน แล้วให้ผู้เรียนตั้งคำถามตามแต่ละประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยพยายามใช้คำถาม How และ Why ให้ได้คำตามถามแต่ละประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทละ 4-6 คำถาม เมื่อเสร็จแล้วครูให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน เพื่อนำสู่การอภิปรายลักษณะของคำถามที่นำไปสู่การศึกษาต่อ โดยครูใช้เทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิดและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดไอเดีย

ในการสร้างสรรค์คำถามที่น่าสนใจและสามารถตั้งคำถามเพิ่มได้ รวมถึงให้ผู้เรียนจัดกลุ่มคำถามที่ตนเองสร้างขึ้นให้เป็นหมวดหมู่ โดยใช้เทคนิค PMI (Plus-Minus-Interest) ปรับจาก Northern Ireland Curriculum (2007 : 57) Plus คือ คำถามเชิงบวกหรือคำถามที่ดี Minus คือ คำถามที่เราทราบคำตอบอยู่แล้ว และ Interest เป็นคำถามที่น่าสนใจ คำถามที่ต้องการแสวงหาความรู้ต่อไป หรือประเด็นที่เราสามารถตั้งคำถามเพิ่มเติมได้อีก

ขั้นที่ 3 อธิบายและสรุปผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอผลของการตั้งคำถามในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งสะท้อนผลการตั้งคำถามจากเพื่อนร่วมชั้น ครูนำผลการตั้งคำถามของผู้เรียนมาอภิปรายเชื่อมโยงกับลักษณะคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ดีและเหมาะสมสำหรับนำไปศึกษาต่อ โดยครูใช้เทคนิคการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้เกี่ยวกับลักษณะคำถามที่เหมาะสมสำหรับทำโครงงานควบคู่ไปกับการอธิบาย

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มย่อยละ 3 คน (กลุ่มเดิม) แล้วมอบหมายหัวข้อที่น่าสนใจให้แต่ละกลุ่ม (แต่ละกลุ่มได้หัวข้อไม่ซ้ำกัน) แล้วมอบหมายให้แต่ละกลุ่มย่อยระดมความคิด (Brainstorming) ในการสร้างคำถามเกี่ยวกับหัวข้อนั้น ๆ ให้ได้มากที่สุด โดยใช้ลักษณะการถามคำถามต่อเนื่องกันเป็นลำดับไปเรื่อย ๆ



ภาพประกอบ 1 ลักษณะการถามคำถามต่อเนื่องกันเป็นลำดับ
ปรับกิจกรรมจากแนวคิดของ Simmons, 2004 : online and Northern Ireland Curriculum, 2007 : online)

เมื่อแล้วเสร็จให้ผู้เรียนประเมินลักษณะคำถามที่เหมาะสมสำหรับทำโครงงาน แล้วเลือกคำถามที่ผู้เรียนสนใจที่จะนำไปสู่การทำโครงงาน กลุ่มย่อยละ 3 คำถาม เพื่อนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคำถามนั้น ๆ ต่อไป

ขั้นที่ 5 ประเมินผล ระหว่างดำเนินกิจกรรมครูผู้สอนคอยประเมินลักษณะคำถามที่ผู้เรียนตั้ง รวมทั้งการสนทนาของผู้เรียนแต่ละคน แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถดำเนินการกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไปได้แทนการบอกโดยตรง ครูประเมินและใช้คำถามช่วยเป็นตัวขับเคลื่อนและกระตุ้นกิจกรรมในทุกขั้นตอนการสอน ปรับกิจกรรมจากแนวคิดของ Simmons (2004 : online) and Northern Ireland Curriculum (2007 : online)

2.2.2 แบบสังเกตพัฒนาการในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสังเกตลักษณะการตั้งคำถามของผู้เรียนจากกิจกรรมระหว่างเรียน ใน “ขั้นขยายความรู้” โดยนำข้อคำถามที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจากการทำกิจกรรมมาวิเคราะห์ลักษณะของคำถามที่ผู้เรียนสร้างขึ้น และเปรียบเทียบผลการตั้งคำถามของผู้เรียนในแต่ละครั้ง ใน 7 ประเด็น ดังนี้ 1) ลักษณะคำถามปลายเปิด-ปิด 2) ลักษณะการรู้คำถามจากคำถาม 3) ความคิดสร้างสรรค์ของคำถาม 4) ความตรงประเด็นในการถามคำถาม 5) ความชัดเจน และการสื่อความหมายของคำถาม 6) ระดับคำถามตาม Bloom’s taxonomy และ 7) ลักษณะของคำถามตามประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การใช้แบบสังเกตพัฒนาการ ในการตั้งคำถามโครงงาน

วิทยาศาสตร์ใช้ในการสังเกตและกำกับพฤติกรรมผู้เรียน ในการตั้งคำถามระหว่างทำกิจกรรม แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาจุดเด่นจุดด้อยของผู้เรียน และปรับปรุงลักษณะของกิจกรรมพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามของผู้เรียนให้ได้มากที่สุด แต่ไม่นำคะแนนจากการสังเกตพัฒนาการมาใช้ในการแปลผลในส่วนของความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ 1) เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง 2) ดำเนินการทดลอง และ 3) เก็บข้อมูลหลังการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ทดสอบผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ดำเนินการทดลอง เตรียมความพร้อมก่อนเรียน โดยแนะนำรายละเอียดรายวิชา SED4135 โครงงานวิทยาศาสตร์ วัตถุประสงค์รายวิชา และลักษณะของกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม จำนวน 4 แผน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 16 คาบ ระหว่างวันที่ 7-31 มกราคม พ.ศ. 2562 เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบสังเกตพัฒนาการในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการตั้งคำถามของผู้เรียนระหว่างทดลองใช้แผน และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียน แต่ไม่นำคะแนนมาใช้ในการแปลผลความสามารถในการตั้งคำถามโครงงาน

3.3 เก็บข้อมูลหลังทดลอง ใช้แบบวัดความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ทดสอบผู้เรียนหลังเรียนเสร็จ เพื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์และแปลผลในส่วนของความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) คะแนนความสามารถในการตั้งคำถาม และ 2) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามก่อนเรียนกับหลังเรียน

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความสามารถในการตั้งคำถาม โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าเฉลี่ยร้อยละ

4.2 วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test

สรุปผล

ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามเท่ากับร้อยละ 85.84 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 75 และจัดอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก เมื่อพิจารณาพฤติกรรมย่อยของการตั้งคำถามพบว่า 1) นักศึกษาได้คะแนนพฤติกรรมย่อยที่สูงกว่าร้อยละ 80 จำนวน 4 รายการ ได้แก่ การตั้งคำถามปลายเปิด คำถามที่สามารถดำเนินการตรวจสอบหรือทดลองได้จริง คำถามสามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับปัญหา และความชัดเจน เข้าใจง่าย และสื่อความหมายของคำถาม และ 2) นักศึกษามีพฤติกรรมย่อยที่ได้คะแนนร้อยละ 76.43 คือ ความคิดสร้างสรรค์ของคำถาม

2. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ (%) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาก่อนและหลังเรียนฯ

score	$\bar{X}$	%	S.D.	t	df	sig
ก่อน	149.24	49.75	7.47	108.81*	98	0.00*
หลัง	257.52	85.84	84.50			

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ผู้วิจัยพบประเด็นที่น่าสนใจจึงนำมาอภิปราย 2 ประเด็น คือ 1) ความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ และ 2) ความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้พบว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามมีคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 85.84 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 75 เนื่องจากการเรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามนั้นมีขั้นตอนที่พัฒนาทักษะความสามารถในการตั้งคำถามของผู้เรียนผ่านกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง แล้วนำความรู้ที่ได้มาอภิปรายกับเพื่อนร่วมชั้น เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิดและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ผ่านเทคนิค Think-pair-share ที่อยู่ในกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลุ่มลึกมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังได้รับการกระตุ้นจากครูผู้สอนผ่านเทคนิคการใช้คำถาม ทำให้ผู้เรียนถูกกระตุ้นในการคิดคำถามได้แนวคิดหรือมุมมองใหม่เกี่ยวกับการตั้งคำถาม รวมถึงได้แนวทางการใช้คำถามที่ครูใช้ในห้องเรียนเป็นตัวอย่างในการพัฒนาการตั้งคำถามของตนเองให้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Brame (2016 : 2-3) ที่พบว่าการเรียนรู้เชิงรุกช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งกว่าการสอนโดยครูเป็นผู้บอก (teaching by telling) โดยการเรียนรู้เชิงรุกในกิจกรรมที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองหรือลงมือปฏิบัติ เช่น ในรายวิชาโครงงาน STEM การออกแบบช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่มีครูคอยอธิบายความรู้ (traditional lecture) อย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนของการเรียนการสอนในรายวิชา เช่น ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ คณิต ฯลฯ การใช้การสอนเชิงรุกช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีอย่างไม่มีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ Teaching Assistants' Training Program (2014 : online) ที่พบว่าประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนจะมีประสิทธิภาพอย่างมีนัยสำคัญต่อเมื่อผู้เรียนต้องได้พูดสนทนา (must talk) เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ สิ่งที่ผู้เรียนกำลังทำความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่กำลังเรียนกับประสบการณ์หรือความรู้เดิม และนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งการเรียนรู้เชิงรุกนั้นช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีกว่าการที่ผู้เรียนไม่ต้องทำอะไรนอกจากการนั่งในห้องเรียน ฟังในสิ่งที่ครูอธิบาย จดจำในสิ่งที่ครูให้เป็นการบ้าน และตอบคำถามในสิ่งที่ครูถามในห้องเรียน สอดคล้องกับข้อสรุปของ Dias (2011 : 5) ที่กล่าวว่าการสอนและการเรียนรู้เชิงรุกเป็นแนวทางการสอนที่มีประสิทธิภาพที่เปลี่ยนกระบวนทัศน์ของผู้เรียนโดยมีเป้าหมายอยู่ที่กิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตือรือร้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้น การใช้คำถามในชั้นเรียน (class question) การอภิปราย (discussion) การศึกษากรณีตัวอย่าง (case studies) การแก้ปัญหา (problem solving) ล้วนแล้วแต่เป็นกลยุทธของกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก และได้รับความนิยมในบรรยากาศการสอนในระดับมหาวิทยาลัย สอดคล้องกับ University of North Carolina at Chapel Hill (2009 : online) พบว่าการเรียนรู้เชิงรุกช่วยกระตุ้นผู้เรียนในชั้นเรียนโดยช่วยให้ผู้เรียนคิดเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนได้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น (think more deeply) ช่วยเพิ่มพลังงานในห้องเรียนให้มีชีวิตชีวามากยิ่งขึ้น และยังช่วยในการระบุสิ่งที่ผู้เรียนไม่เข้าใจผ่านกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ ในส่วนของการใช้เทคนิคการสอนในกิจกรรมการเรียนรู้นั้นช่วยให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Northern Illinois University (2019 : online) ที่สรุปว่า การใช้คำถามในห้องเรียนช่วยให้ผู้เรียนถูกกระตุ้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน มีปฏิสัมพันธ์กับครู และมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น ครูที่ดีต้องรู้จักสร้างคำถามที่สามารถแนะนำให้นักเรียน พัฒนาคำตอบได้ดีขึ้นกว่าเดิม และที่สำคัญต้องช่วยให้ผู้เรียนสร้างข้อความหรือตั้งคำถามด้วยตนเองได้ (form questions of their own) สอดคล้องกับ Nappi (2017 : online) ที่พบว่า ในการสอนหนังสือของครูโดยส่วนใหญ่นิยมใช้คำถามที่เป็นคำถามขั้นต่ำ หรือถามคำถามเกี่ยวกับความรู้ความจำขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ถือว่าเป็นกำแพงขวางกั้นในการกระตุ้นการคิดขั้นสูง คิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นสิ่งที่

จำเป็นมากในการประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิต การวางแผนในการใช้คำถามของครูอย่างระมัดระวังและหลากหลาย ช่วยให้ครูสามารถพัฒนาขอบเขตของคำถามให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น รวมถึงช่วยกระตุ้นผู้เรียนในการคิดวิเคราะห์ ประยุกต์และคิดสร้างสรรค์ การที่ครูผู้สอนสามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการคิด (how to think) เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนกำลังคิดสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลุ่มลึกมากยิ่งขึ้น จึงสามารถกล่าวได้ว่า “การใช้คำถาม” เป็นเครื่องมือที่ทรงพลังเป็นอย่างมากในการสอนหนังสือ ถ้าครูสามารถพัฒนาความสามารถในการใช้เทคนิคการถามคำถามในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้ครูสามารถพัฒนากระบวนการสอนให้มีคุณภาพและหลากหลายมากยิ่งขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ Vale (2013 : online) ได้ให้ข้อเสนแนะที่น่าสนใจว่า การถามคำถามเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีความสนุก โดยเริ่มจากการฝึกใช้คำถามว่า “ทำไม” ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่นำไปสู่การเรียนรู้อย่างต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ และเพิ่มความมุ่งมั่นในการอยากที่จะเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ผ่านการตั้งคำถามไปเรื่อย ๆ การตั้งคำถามแล้วนำไปสู่การแสวงหาคำตอบนั้นถือว่าเป็น “ของขวัญที่พิเศษของสติปัญญาของมนุษย์”

จากเหตุผลที่กล่าวมาในข้างต้น สนับสนุนให้สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น ผ่านกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้สังเกตปราการณ์หรือสถานการณ์ตัวอย่างแล้วสร้างข้อคำถามตามแต่ละประเภทโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง แล้วนำข้อคำถามหรือองค์ความรู้นั้นมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านเทคนิค think-pair-share และ think-pair-square จึงทำให้ผู้เรียนได้เห็นมุมมองและแนวคิดใหม่ ๆ จากเพื่อนร่วมชั้น และได้สะท้อนถึงข้อคำถามที่ตนเองได้สร้างขึ้นทั้งในข้อดีและข้อจำกัดของคำถามในข้อนั้น ๆ หากพิจารณากิจกรรมการสอนเทียบกับทฤษฎีการเรียนรู้แล้วสอดคล้องกับ Brame (2016 : online) ที่กล่าวไว้ว่า การสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกนั้นมีทฤษฎีการเรียนรู้สรรคนิยม (constructivism) เป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างความรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ผ่านการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เชื่อมโยงความรู้ใหม่หรือแนวคิดใหม่กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมที่มีอยู่เข้าด้วยกันกลายเป็นความรู้ที่เกิดขึ้นมาด้วยความเข้าใจ กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกจะก่อให้เกิดการสร้างความรู้จากความเข้าใจด้วยตนเองได้นั้น ครูต้องตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่กำลังเรียนรู้เข้ากับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมี เพื่อเป็นการขยายความเข้าใจของผู้เรียนให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการถามคำถามของครูจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากในชั้นเรียนในการช่วยพัฒนาผู้เรียนให้สร้างความรู้จากความเข้าใจด้วยตัวผู้เรียนเอง และที่สำคัญการสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกและเทคนิคการใช้คำถามเป็นเครื่องที่สำคัญที่ครูควรพัฒนาตนเองให้สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ Northern Ireland Curriculum (2007 : online) ได้เล็งเห็นว่าผู้เรียนนั้นมีความยืดหยุ่น มีความคิดสร้างสรรค์ และค่อนข้างกระตือรือร้น การเรียนรู้เพื่อให้ได้เพียงความรู้ (Knowing of knowledge) อาจไม่เพียงพอให้การประสบความสำเร็จในระยะยาวเนื่องจากความรู้มีความซับซ้อน เปลี่ยนแปลง และพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว การเรียนรู้ตลอดชีวิตและความสำเร็จที่จะเกิดขึ้นจึงเป็นสิ่งที่สำคัญต่อผู้เรียนที่ครูต้องสร้างโอกาสในการพัฒนาความสามารถและทักษะด้านการคิดให้กับผู้เรียนไม่ใช่แค่มอบความรู้ แต่ต้องสร้างให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง การเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งในการกระตุ้นผู้เรียนในส่วนของการเรียนรู้ (learning) ที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่จะใช้ในอนาคต (relevant) เรียนรู้อย่างมีความสุข (enjoyable) และเสริมประสบการณ์ที่เป็นแรงบันดาลใจให้กับผู้เรียน (motivational experience) ซึ่งหวังว่าครูจะใช้เทคนิคต่าง ๆ รวมถึงการเรียนรู้เชิงรุกให้เป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ (helpful tool) ในการวางแผนและการสร้างสรรบรรยากาศการเรียนรู้ที่จุดประกายความคิด (stimulating) บรรยากาศที่เพิ่มคุณค่า (enrich) บรรยากาศที่ท้าทายความสามารถ (challenge) และบรรยากาศที่ผู้เรียนควรสนในศึกษา (focus) โดยการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้เหล่านี้เพื่อผู้เรียนและเพื่อครู

2. ความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

การวิจัยครั้งนี้พบว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมที่ต้องสังเกต และตั้งคำถามตามประเภทต่าง ๆ ของโครงงานให้ถูกต้องตามลักษณะของคำถามที่ดีและเหมาะสมสำหรับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังให้ผู้เรียนนำคำถามที่ตนเองสร้างขึ้นมาแลกเปลี่ยนเปลี่ยนและสะท้อนผลกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ซึ่งการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นนี้ทำให้ผู้เรียนสามารถอภิปรายถึงข้อดีและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทำให้เกิดความเข้าใจที่ลุ่มลึกอย่างมีเหตุมีผล ซึ่งก่อนเรียนนั้น ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามได้ แต่เป็นคำถามในการรื้อฟื้นความรู้พื้นฐาน

หรือเป็นคำถามที่มีคำตอบอยู่แล้ว จึงทำให้คำถามที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเป็นคำถามระดับต่ำที่ไม่เหมาะสำหรับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ต้องการความรู้ใหม่ วิธีการใหม่ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ โดยต้องไม่ใช่คำถามที่มีคำตอบอยู่แล้ว สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2559 : 16) ที่ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การทำโครงงานเป็นการศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาคำตอบ เมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตั้งคำถามด้วยตัวผู้เรียนเอง แล้วแลกเปลี่ยนกับเพื่อนร่วมชั้นทำให้เกิดการวิพากย์และโต้แย้งในประเด็นที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจถึงลักษณะของคำถามที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นที่ทำให้หลังเรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามมีความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ Shinichi (2018 : online) ที่พบว่าการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่กระตุ้นผู้เรียนผ่านกิจกรรม เช่น การเขียน การอภิปราย และการนำเสนอ และเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายนอกในการทำกิจกรรม (externalizing cognitive processes) กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกยังเป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (effective learning method) สำหรับการเรียนการสอนของครูที่ต้องพบกับความยากลำบากในการสอนผู้เรียนจำนวนมากและไม่สนใจฟังระหว่างเรียน นอกจากนี้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกยังกระตุ้นผู้เรียนในการตั้งสมมติฐานในการเรียน สะท้อนผลที่เกิดขึ้นระหว่างเรียน และประยุกต์ความรู้ที่เรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ Mendonca and Franberg (2014 : online) ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกในระดับอุดมศึกษา ระหว่างดำเนินการสอนหากการสนทนาระหว่างครูกับนักเรียนเป็นไปในเชิงรุก รวมไปถึงการใช้อุปกรณ์หรือสื่อการเรียนรู้ การแนะนำ และการทำงานร่วมกัน (collaboration) ส่งผลให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น (actively participate) ในการสร้างความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง ตามแนวคิดของ Vygotsky ที่ให้ความสำคัญกับการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น (social interaction) เป็นปัจจัยสำคัญของการเรียนรู้ (key to learning) การเรียนรู้และการพัฒนาจะไม่เกิดขึ้นหากมองข้ามการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งรอบข้าง ดังนั้นการสนทนากับเพื่อนร่วมชั้นและกับครูผู้สอนจึงเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นกระบวนการสังเกตการณ์ (monitor) และกระบวนการในการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของผู้เรียน (self-regulation) สอดคล้องกับ Christersson, et al. (2019 : 8) ที่พบว่า กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกสามารถเปลี่ยนแปลงแนวทางการสอนของครูในระดับมหาวิทยาลัย ภายใต้ความรับผิดชอบที่จะต้องขับเคลื่อนสังคมและเปลี่ยนแปลงคุณภาพการศึกษาให้ดียิ่งขึ้น กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกเหมาะสมกับทั้งครูและผู้เรียน ในการเข้าใจนิยามความหมายของการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น และเปลี่ยนจากการเรียนรู้แบบเดิม ๆ หรือการสอนแบบเดิม ๆ ที่เคยใช้มาเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมพลัง (collaborative learning) และการสร้างความรู้ร่วมกัน (co-creation of knowledge) นอกจากนี้การเรียนรู้เชิงรุกยังเป็นปรัชญาการศึกษาที่ขับเคลื่อนในการพัฒนาผู้เรียนให้กลายเป็นพลเมืองที่กระตือรือร้น (active citizens) กับการมีส่วนร่วมระดับโลก (global engagement) ในบริบทของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทางการศึกษา เชื่อได้ว่ากระบวนการเรียนรู้เชิงรุกเป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์ที่สำคัญของการศึกษาสำหรับระดับอุดมศึกษาหรือมหาวิทยาลัยในการกำกับติดตามภารกิจของชุมชนแห่งการเรียนรู้ และเป็นส่วนสำคัญของการศึกษาเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable development)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรศึกษาและวิเคราะห์เทคนิคต่าง ๆ ของการเรียนรู้เชิงรุกที่มีหลากหลายเทคนิค เลือกและนำมาปรับใช้ให้เหมาะกับเนื้อหาและบริบทของเนื้อหานั้น ๆ

1.2 เทคนิคการใช้คำถามมีแนวทางการใช้อย่างหลากหลาย ครูควรเตรียมความพร้อม และเตรียมคำถามให้มีความหลากหลาย และมีขอบเขตครอบคลุมกับเนื้อหาที่จะใช้ในการสอน เพื่อให้ระหว่างดำเนินการสอนครูสามารถพลิกแพลง ปรับเปลี่ยนให้เกิดความลื่นไหลของกิจกรรม และสามารถทำให้ห้องเรียนเกิดความกระตือรือร้นได้

1.3 การเลือกประเด็นสำหรับการทำกิจกรรมการตั้งคำถามมีความสำคัญมาก ครูควรเลือกเนื้อา สถานการณ์หรือตัวอย่างที่ผู้เรียนสามารถสร้างคำถามในการแสวงหาคำตอบได้หลากลายวิธี หากเลือกสถานการณ์ที่มีคำตอบเพียงวิธีเดียวอาจจะส่งผลให้ผู้เรียนตั้งคำถามได้ไม่หลากหลาย และไม่ท้าทายผู้เรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ หากต้องการศึกษาหรือทำวิจัยในครั้งต่อไปโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม สามารถศึกษาในบริบทตัวแปรตามอื่น ๆ ได้ เช่น ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ความสามารถในการออกแบบและดำเนินการทดลอง ความสามารถในการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล ความสามารถในการสรุปผลการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงความสามารถในการนำเสนอผลการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

2.2 การวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม เพื่อศึกษาความสามารถในการตั้งคำถามของผู้เรียน ซึ่งตัวแปรต้นกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กัน ในการศึกษาหรือทำวิจัยในครั้งถัดไป อาจเปลี่ยนตัวแปรต้นจากเทคนิคการใช้คำถามเป็นอย่างอื่น เช่น การใช้ผังกราฟิก การทำงานร่วมกัน การสร้างองค์ความรู้ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ เป็นต้น

2.3 การวิจัยครั้งนี้ศึกษาภายใต้รายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ หากศึกษาหรือวิจัยในครั้งถัดไปอาจใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามในการศึกษาบริบทของรายวิชาอื่น เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา เคมี เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กิ่งทอง ใบหยก. (2554). ยุทธการการหาหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์แบบมีคุณภาพ. *โครงงานวิทยาศาสตร์ : การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาการคิด.* กรุงเทพฯ: สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาไทย.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553.* สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2559, จาก http://kormor.obec.go.th/act/act081.pdf

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.* สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2559, จาก http://www.moe.go.th/edtechfund/fund/images/stories/laws/prb_study(final).pdf

นัยนา ตรงประเสริฐ. (2544). *การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีและไม่มีการฝึกตั้งคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.* วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป.* กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2553). *การสอนคิดด้วยโครงงาน : การเรียนการสอนแบบบูรณาการ.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2559). *สอนเด็กทำโครงงาน สอนอาจารย์ทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2551). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษา: อักษร A-L. ฉบับราชบัณฑิตยสถาน.* กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาแห่งชาติ. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579.* สืบค้นเมื่อ 4 เมษายน 2562, จาก http://www.lampang.go.th/public60/EducationPlan2.pdf

Blosser, P.E. (2000). *How to Ask the Right Questions*. Retrieved February 5, 2019, from: http://static.nsta.org/pdfs/201108bookbeathowtoasktherightquestions.pdf

Brame, C.J. (2016). *Active Learning*. Vanderbilt University Center for Teaching. Retrieved February 9, 2019, from: https://cft.vanderbilt.edu/wp-content/uploads/sites/59/Active-Learning.pdf

Christersson, C., Dakovic, G., Peterbauer, H., and Zhang, T. (2019). *Promoting active learning in university: Thematic Peer Group Report.* Retrieved February 5, 2019, from https://eua.eu/downloads/publications/eua%20tpg%20report%205-%20promoting%20active%20learning%20in%20universities.pdf

Dias, M. (2011). *Teaching Strategies for Active Learning*. [online]. Retrieved February 5, 2019, from https://tlss.uottawa.ca/site/images/1-SAEA/CPU/publications/cafe_ped_en_06.pdf

Lewis, K.G. (2002). *Developing Questioning Skills*. [online]. Available from http://www1.udel.edu/chem/white/U460/Devel-question-skills-UTx.pdf [2019, February]

Martine, K., Stephen, M.E., and Young, M. (2019). *Student Guide: How to Do a Science Fair Project*. Retrieved February 5, 2019, from https://www.massscifair.com/sites/default/files/student_guide_312_0.pdf

Mendonca, M. and Franberg, G. (2014). *Exploring and Experience of Active Learning in Higher Education.* Retrieved February 5, 2019, from https://www.researchgate.net/profile/Marta_Mendonca2/publication/264914629_Exploring_an_Experience_of_Active_Learning_in_Higher_Education/links/53f5dbd20cf2fceacc6f75c9/Exploring-an-Experience-of-Active-Learning-in-Higher-Education.pdf?origin=publication_detail

Nappi, J.S. (2017). *The Importance of Questioning in Developing Critical Thinking Skills. International Hournal for Professional Educators,* Retrieved February 5, 2019, from https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/cobblearning.net/dist/6/3101/files/2018/05/The-Importance-of-Questioning-2aqkc5j.pdf

Nikam, P.S. (2014). *Using Questioning Strategy to Enhance Scientific Process Skills.* Retrieved February 5, 2019, from https://www.researchgate.net/publication/259884220_Questioning_Strategy_To_Enhance_Scientific_Process_Skills

Nitko, A.S. (2007). *Educational Assessment of Students.* New Jersey: Pearson Education, Inc. 2007.

Northern Illinois University. (n.d.). *Questioning Strategies to Engage Students.* Retrieved February 5, 2019, from https://www.niu.edu/facdev/_pdf/guide/strategies/questioning_strategies_to_engage_students.pdf

Northern Ireland Curriculum. (2007). *Active Learning and Teaching Methods for Key Stage 3.* Retrieved February 5, 2019, from http://www.nicurriculum.org.uk/docs/key_stage_3/ALTM-KS3.pdf

Shinichi Mizokami. (2018). *Deep Active Learning from the Perspective of Active Learning Theory.* Deep Active Learning: Toward Greater Depth in University Education. Retrieved February 5, 2019, from https://www.mn.uio.no/om/organisasjon/adm/prosjekter/interact/aktiv-lering/deep-active-learning.pdf

Simmons, N. (2004). *Science Success: Teacher Guide Supporting Student Science Fair Projects.* Retrieved February 5, 2019, from http://flasf.on.ca/wordpress/wp-content/uploads/2016/08/Science-Success-Teacher-Guide.pdf

Teaching Assistants' Training Program. [TATP]. (2014). *Active learning and adapting teaching techniques.* Retrieved February 5, 2019, from https://tatp.utoronto.ca/wp-content/uploads/sites/2/Active-Learning-and-Adapting-Teaching-Techniques_TATP1.pdf

University of North Carolina at Chapel Hill. (2009). *Classroom Activities for Active Learning.* Retrieved February 5, 2019, from https://cfe.unc.edu/files/2014/08/FYC2.pdf

Vale, R.D. (2013). *The Value of asking questions.* Retrieved February 5, 2019, from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3596240/