



**การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี
โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**
A DEVELOPMENT OF CHEMICAL LABORATORY SKILLS ASSESSMENT PROCESS USING
GUIDE-INQUIRY APPROACH FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS

นางสาวนริรักษ์ ทองสะอาด *

Nareerak Thongsa-Ard

รศ.ดร.ศิริเดช สุชีวะ **

Assoc. Prof. Siridej Sujiva, Ph.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2) เพื่อพัฒนาชุดเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และ 3) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของชุดเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในห้องเรียนที่ใช้การเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบสอบแบบแนะแนวทางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนที่อยู่ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 132 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) กระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การตั้งสมมติฐานหรือปัญหาในการทดลอง 2. การวางแผนการทดลอง 3. การสำรวจและเก็บข้อมูล 4. การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล 5. การสร้างข้อสรุป 6. การประเมินและสะท้อนความคิด และ 7. การขยายความรู้ 2) องค์ประกอบในการประเมินทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มี 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเทคนิควิธีการทดลอง ด้านกระบวนการทดลอง ด้านความคล่องในการปฏิบัติงาน และด้านความเป็นระเบียบในการทำงาน 3) มีความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน อยู่ระหว่าง 0.863 – 0.927 4) มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน มีสัมพันธ์กันสูงที่ระดับนัยสำคัญที่ .01

* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย E-mail Address: nareerak.t@watsw.ac.th

** อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย E-mail Address: ssiridej@chula.ac.th

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop chemical laboratory skills assessment process using guide-inquiry approach for secondary school students; 2) to develop instrument of chemical laboratory skills assessment process using guide-inquiry approach for secondary school students; and 3) to validate the quality of chemical laboratory skills assessment process using guide-inquiry approach for secondary school students. Participants were 132 eighth grade students in secondary educational service area.

The research findings were as follows: 1) six steps of chemical laboratory skills assessment process using guide-inquiry approach for secondary school students were problem, planning, survey and collect data, analysis and synthesis, reach conclusion, evaluation and reflection, and applying; 2) four factors of science laboratory skills assessment were Experimental techniques, procedure, dexterity and Neatness; 3) internal consistency reliability instruments of chemical laboratory skills assessment process using guide-inquiry approach for secondary school students were 0.863 – 0.927; and 4) there was a significant at .01 level on consequences from Pearson product moment correlation coefficient of inter-rater

คำสำคัญ: ทักษะปฏิบัติการเคมี / การสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง

KEYWORDS: CHEMICAL LABORATORY SKILLS / GUIDE-INQUIRY APPROACH

บทนำ

จากการศึกษาการวัดและประเมินผลในระดับนานาชาติ ด้วยข้อสอบที่ใช้เป็นข้อสอบมาตรฐาน เช่น ข้อสอบที่ใช้ในการประเมินนานาชาติตามโครงการ TIMMS (Trends in International Mathematics and Science Study) และ PISA (Programme for International Student Assessment) นั้น ซึ่งข้อสอบดังกล่าวนี้ไม่ได้เน้นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในเนื้อหาที่ผู้เรียนกำลังเรียนในห้องเรียนโดยตรง แต่เน้นการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนในการใช้ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อศึกษาต่อไปในระดับสูง โดยในข้อสอบตามโครงการ PISA นี้จะประเมินสมรรถนะของผู้เรียน 3 ด้านด้วยกัน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) และ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554; สุนีย์ คล้ายนิลและคณะ, 2550) ส่วนข้อสอบตามโครงการ TIMMS จะเน้นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการสอบนั้นพบว่า ในการสอบ PISA และ TIMMS ครั้งล่าสุด คะแนนการสอบ PISA ปี 2009 ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ OECD ทั้ง 3 ด้าน โดยในด้านวิทยาศาสตร์ประเทศไทยได้ค่าเฉลี่ย 419 (ค่าเฉลี่ย OECD 496) และคะแนนการสอบ TIMMS ปี 2007 ประเทศไทยได้คะแนนทั้งสองวิชา คือ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยค่าเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 441 ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับที่ 1 จากทั้งหมด 5 ระดับ (ระดับต่ำที่สุดคือต่ำกว่าระดับ 1) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) จากผลการประเมินดังกล่าวนี้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในประเทศไทยนั้นยังไม่สามารถทำให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาได้

ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากการเรียนการสอนในภาคทฤษฎีแล้ว ภาคปฏิบัติถือว่าเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากจะทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปสู่ชีวิตจริง เช่น ทักษะการคิด การใช้เหตุผล การทำงานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำความรู้เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ โดยสรุปความสำคัญของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้เป็น 3 ด้านหลักๆ ด้วยกัน ได้แก่ ด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์ ด้านสติปัญญา และ ด้านเจตคติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามลักษณะที่เกิดขึ้นในห้องเรียน 2 ลักษณะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) ได้แก่ การปฏิบัติการทดลองตามบทเรียนปกติและกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการหรือมีส่วนร่วมโดยตรงในกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบหาความรู้ จากลักษณะห้องเรียนทั้ง 2 ลักษณะ เมื่อพิจารณาในแง่ของการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงจะเห็นว่า การเรียนลักษณะที่ 2 นี้จะทำให้ผู้สอนทราบได้ว่า เมื่อผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาสาระและทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปแล้ว นักเรียนสามารถแก้ปัญหาหรือเผชิญหน้ากับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้อย่างมั่นใจหรือไม่ มากกว่าการปฏิบัติการในห้องเรียนปกติ ดังนั้นในกระบวนการวัดและประเมินผลผู้สอนจึงต้องใช้กระบวนการวัดและประเมินผลที่หลากหลายเพื่อให้ได้มาซึ่งผลการประเมินที่ตรงตามความสามารถและสภาพจริงของนักเรียนมากที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการในการคิดและแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งในปัจจุบันถือว่าการวัดและประเมินการปฏิบัติวิทยาศาสตร์นี้ เป็นจุดอ่อนของการวัดและประเมินผลการศึกษามาตลอด ทั้งๆ ที่ไม่สามารถปฏิเสธได้ว่าการปฏิบัติเป็นส่วนสำคัญของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550)

ในกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นี้ วิธีการที่นำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่คือการเรียนรู้รูปแบบสืบสอบ (Inquiry Learning) ซึ่งมีผลดีในการที่จะทำให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล ผู้เรียนอิสระในการหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมตามความสามารถ นอกจากนี้ความรู้ที่ได้จากการสืบสอบจะมีคุณค่าและมีความหมายกับผู้เรียน เพราะผู้เรียนจะเป็นผู้ค้นพบได้ด้วยตนเอง และความรู้ที่เกิดขึ้นนี้จะมีความรู้ระยะยาวที่นักเรียนจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกนานด้วย ซึ่งต่อมาพบว่าวิธีดังกล่าวนี้หากนำไปใช้กับผู้เรียนที่ไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียนดังกล่าว หรือผู้เรียนที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนให้เกิดทักษะหรือกระบวนการคิดมาก่อนเลยนั้น อาจจะทำให้การจัดการเรียนการสอนไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังนั้นวิธีการดังกล่าวนี้จึงถูกปรับและนำเสนอการเรียนรู้อิงรูปแบบของการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดและการความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายตามแนวทางของตนเอง โดยมีปัญหาหรือสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นในการสร้างความรู้ดังกล่าว ซึ่งผู้เรียนจะใช้ทักษะการสังเกต การสำรวจ การตั้งคำถาม สร้างข้อความคาดการณ์และตรวจสอบข้อความ จนท้ายสุดได้ค้นพบเป็นความรู้ใหม่ ความรู้ใหม่ที่ได้นี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีผู้สอนเป็นชี้แนะแนวทาง (เสาวรัตน์ งามแก้ว, 2552) จากการศึกษาวิจัยพบว่ามีผู้นำการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) มาใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (Donaldson & Odom, 2010) โดยใช้สถานการณ์จำลองเข้ามาเป็นตัวช่วยในการกำหนดปัญหาให้ผู้เรียนคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการวัดและประเมินผลจึงต้องประเมินทั้ง

ทักษะการทดลอง และทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยพบว่าวิธีการดังกล่าวนี้นอกจากจะช่วยพัฒนาการสอนของครูแล้วยังช่วยในการประเมินทักษะความคิดระดับสูงทักษะการให้เหตุผล และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วย

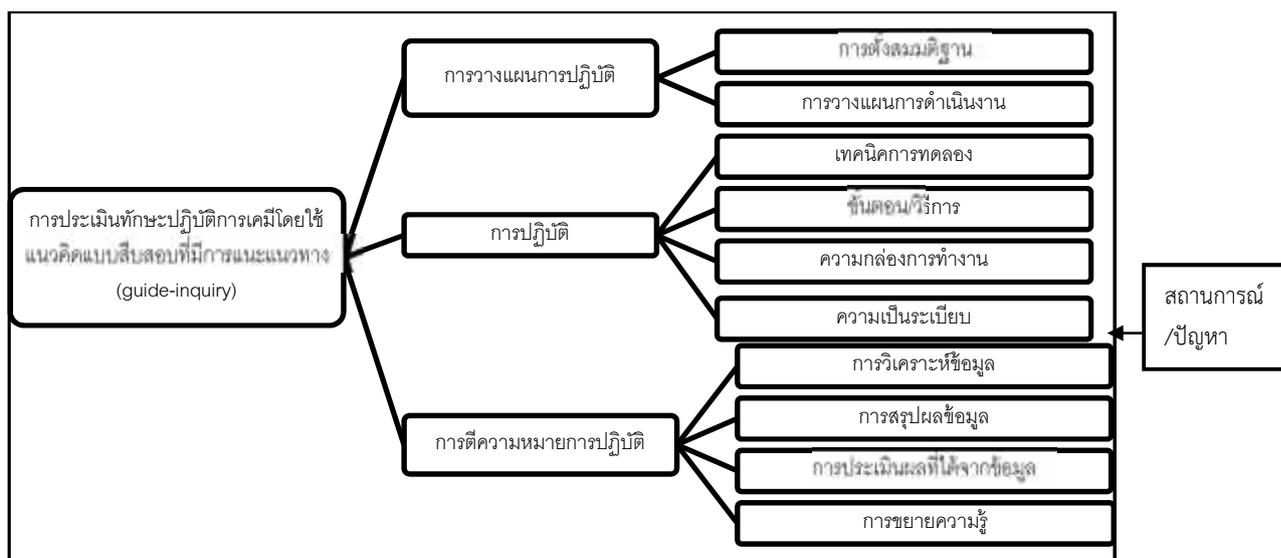
จากที่ผู้วิจัยได้กล่าวไปข้างต้นว่าการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทางนั้นสามารถช่วยฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาได้ นอกจากจะช่วยให้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาได้จริงแล้ว ยังมีส่วนช่วยให้ให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดและแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) นี้ ถือเป็นตัวช่วยที่จะทำให้ให้นักเรียนได้ฝึกการค้นพบความรู้ วิธีการแก้ปัญหาที่มีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง จากการศึกษางานวิจัยพบว่าในกระบวนการวัดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีผู้ศึกษาการประเมินทักษะปฏิบัติการบ้างแล้ว ได้แก่ งานวิจัยของกุลชลี ตาลช่วง (2546) ซึ่งเน้นการประเมินทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ดำเนินการทดลองตามหนังสือแบบเรียน ไม่ได้เน้นปฏิบัติการการทดลองวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาจริง นอกจากนี้ในส่วนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทางนั้น การวิจัยส่วนใหญ่ได้ใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ งานวิจัยของ เสาวรัตน์ รัมแก้ว (2552), จันทร์จิรา แก้วโกย (2554), ศุภิกา ศรีนนท์กุล (2551), แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์ (2554) ซึ่งพบว่ามีงานวิจัยที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน (เสาวรัตน์ รัมแก้ว, 2552) ห้องเรียนเสมือน (จันทร์จิรา แก้วโกย, 2554; แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์, 2554) หรือ การเรียนการสอนบนเว็บ (ศุภิกา ศรีนนท์กุล, 2551) ซึ่งเมื่อจบการเรียนการสอน ผู้วิจัยจะทำการประเมินด้วยแบบประเมินอื่นที่สร้างขึ้นเช่น แบบประเมินทักษะการแก้ไขปัญหา แบบประเมินทักษะการคิดไตร่ตรอง แต่ยังไม่มีส่วนที่ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือในการประเมินที่จะประเมินการจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบสอบแบบแนะแนวทางโดยตรง ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำรูปแบบสืบสอบแบบแนะแนวทางมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยเลือกวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเคมี เพื่อศึกษาว่าในกระบวนการประเมินปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางนั้น มีกระบวนการในการประเมินอย่างไรบ้าง อีกทั้งชุดเครื่องมือในการประเมินปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางนั้น มีลักษณะอย่างไร ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับครูและผู้สนใจนำไปเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการเคมีหรือวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นต่อไปได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อพัฒนาชุดเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของชุดเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้สังเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการวิจัย โดยศึกษากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียน

ซึ่งสามารถนำมาพัฒนากระบวนการประเมินนักเรียนได้ โดยสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ

- 1) เพื่อพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
- 2) เพื่อพัฒนาชุดเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
- 3) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของชุดเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในห้องเรียนที่ใช้การเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบสอบแบบแนะแนวทางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนที่อยู่ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในห้องเรียนที่ใช้การเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบสอบแบบแนะแนวทางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนที่อยู่ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อนำมาทดลองใช้กับชุดเครื่องมือการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมีที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในการเลือกครูผู้ประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1. จบการศึกษาระดับปริญญาตรี หรือ สาขาวิทยาศาสตร์

2. มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยวิธีการสืบสอบหรือสืบสอบแบบแนะแนวทางไม่น้อยกว่า 3 ปี

3. มีความเต็มใจและพร้อมที่จะให้ความร่วมมือในการวิจัย เนื่องจากจะต้องใช้เวลาในการประเมินทักษะกระบวนการต่างๆ ร่วมกับผู้วิจัย

โดยจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้นักเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียนจากทั้งหมด 3 โรงเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 (จำนวน 36 คน) และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/10 (จำนวน 35 คน) โรงเรียนสตรีวัดอัมพรสวรรค์ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2/11 (จำนวน 37 คน) โรงเรียนวัดสุทธิวราราม และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 (จำนวน 24 คน) โรงเรียนจุฬารามราชวิทยาลัย เพชรบุรี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach)

2. แบบสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach)

3. แบบบันทึกกิจกรรม ซึ่งจะประกอบไปด้วยขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) 4 กิจกรรมด้วยกัน ได้แก่ ปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวัน สารที่ใช้ทำความสะอาด อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1 และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2

4. เกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมีโดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีขั้นตอนการเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบบันทึกกิจกรรมประกอบไปด้วยขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ซึ่งจะใช้วิธีการสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สังเกต และสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญ และครูผู้สอนที่ใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach)

2. การรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างเกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ซึ่งจะใช้วิธีการสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สังเกต และสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญ และครูผู้สอนที่ใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach)

3. นำชุดเครื่องมือที่สร้างขึ้น นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ในการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะนำแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยใช้วิธีการสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสังเกตและการสัมภาษณ์ครูผู้สอนที่สอนด้วยการใช้วิธีดังกล่าว

2. ตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบบันทึกกิจกรรมกระบวนการทักษะปฏิบัติการเคมี และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินโดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบที่มีการแนะนำแนวทาง ในการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างจะใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้ $IOG = \frac{\sum R}{N}$ ค่า $IOC > 0.5$ ถือว่า ขั้นตอนในการเรียนรู้แบบสืบสอบและข้อคำถาม มีความสอดคล้องกัน

3. ตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบารค ของแบบประเมิน

4. ตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างครูผู้ตรวจให้คะแนนในแบบประเมินทั้งหมด 9 ท่าน (จากกลุ่มตัวอย่าง 3 โรงเรียน โรงเรียนละ 3 ท่าน)

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะนำแนวทาง (guide-inquiry approach) สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. สภาพการใช้วิธีการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมีของครูใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะนำแนวทาง (guide-inquiry approach) จากงานวิจัย การสังเกตและสัมภาษณ์ มีทั้งหมด 8 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา จากการวิเคราะห์พบว่าครูมักจะเชื่อมโยงกระบวนการเรียนการสอนไปสู่การทดลองเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์หรือปัญหาต่างๆ ที่ใกล้ตัวกับนักเรียน ซึ่งมักเป็นสถานการณ์ที่ไม่ต้องอาศัยการคิดที่ซับซ้อน เมื่อฟังแล้วนักเรียนเข้าใจง่ายและโน้มน้าวให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากหาคำตอบ (ในขั้นตอนนี้ครูกำหนดสถานการณ์ขึ้น ดังนั้นจึงไม่มีในรายการการประเมินนักเรียน)

1.2 การตั้งสมมติฐาน จากการสังเกต พบว่าในขั้นตอนการตั้งสมมติฐานนี้ ส่วนใหญ่แล้วครูจะเป็นผู้นำในการดำเนินการตั้งสมมติฐาน หรือบางครั้งเป็นเพียงการตั้งคำถามหรือปัญหาในการทดลองเท่านั้น

1.3 การวางแผนการทดลอง จากการสังเกต พบว่าในขั้นตอนการวางแผนการทดลอง นักเรียนจะไม่ได้เป็นผู้ดำเนินการทดลองเอง ซึ่งการทดลองส่วนใหญ่จะอยู่ในแบบเรียนที่มีผู้กำหนดแผนการทดลองเป็นขั้นตอนให้อยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาวิจัยพบว่าควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการวางแผนการทดลองเพื่อให้เห็นความเชื่อมโยงของการตั้งสมมติฐานที่นำมาสู่การวางแผนการทดลอง โดยจะทำให้ให้นักเรียนได้รู้สึกมีส่วนร่วมมากขึ้น

1.4 การสำรวจและเก็บข้อมูล

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.6 การสรุปผล

1.7 การประเมิน การสะท้อนข้อมูล

1.8 การขยายความรู้

2. ผลการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะนำแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในด้านการเก็บข้อมูลซึ่งต้องอาศัยทักษะปฏิบัติการ จากการศึกษาองค์ประกอบในการประเมินทักษะปฏิบัติการจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง การสังเกต และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และครูผู้สอน มีส่วนประกอบและตัวชี้วัดในการประเมินทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ด้านด้วยกัน ได้แก่

ด้านที่ 1 เทคนิควิธีการทดลอง (Experimental techniques)

ด้านที่ 2 กระบวนการทดลอง (Procedure)

ด้านที่ 3 ความคล่องในการปฏิบัติงาน (Dexterity)

ด้านที่ 4 ความเป็นระเบียบในการทำงาน (Neatness)

ซึ่งจากการสังเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดแล้วจึงได้ประเด็นในการประเมินดังตาราง 1

ตาราง 1 ประเด็นในการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะนำแนวทาง (guide-inquiry approach)

ขั้นตอน	ประเด็นการประเมิน
สร้างสถานการณ์หรือปัญหา	- การตั้งสถานการณ์ให้นักเรียนได้คิด วางแผนแก้ปัญหา *
1. การตั้งสมมติฐาน	- การตั้งคำถาม สมมติฐานในการทดลองได้
2. การวางแผนออกแบบการทดลอง	- การออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสมมติฐาน - การระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมที่เกี่ยวข้องในการทดลอง
3. สืบค้น/เก็บข้อมูล	
3.1 เทคนิคการทดลอง	- การเลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน - การใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดถูกต้องตามหลักการใช้งาน
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	- การปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ได้วางแผน - การตรวจสอบความถูกต้องของการทดลอง
3.3 ความเป็นระเบียบ	- การจัดอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบ สะอาดอยู่ตลอดเวลาในขณะที่ทำการทดลอง - การจัดพื้นที่ให้เป็นระเบียบ สะอาดอยู่ตลอดเวลาในขณะที่ทำการทดลอง
3.4 ความคล่องในการทำงาน	- การใช้อุปกรณ์อย่างคล่องแคล่ว มั่นใจ - ปฏิบัติการทดลองเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด
4. วิเคราะห์/สังเคราะห์ข้อมูล	- การวิเคราะห์ข้อมูลจากบันทึกผลการทดลอง
5. สร้างข้อสรุป	- การสรุปผลข้อมูลจากการทดลอง
6. การประเมิน	- การระบุสาเหตุของความผิดพลาดในการทดลอง

ขั้นตอน	ประเด็นการประเมิน
7. ขยายความรู้	- การยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่สามารถนำผลสรุปไปอธิบายได้

หมายเหตุ : * เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนแก้ปัญหา ดังนั้นจึงไม่มีการประเมินนักเรียนในหัวข้อดังกล่าว

3. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) พบว่ามีความสอดคล้องอยู่ที่ 0.8-1.00 สามารถนำไปใช้ได้ แต่อย่างไรก็ตามมีการปรับเนื้อหาข้อคำถามบางข้อคำถามที่ดูกำกวมให้ชัดเจนมากขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4. ผลตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาร์ค เนื่องจากทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวางกับเครื่องมือที่ให้คะแนนแบบ 0, 1 หรือเครื่องมือที่กำหนดคะแนนแบบมาตรฐานค่า (rating scale) พบว่าแบบ ประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะนำแนวทาง (guide-inquiry approach) ทั้ง 4 ฉบับมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.863 – 0.927 โดยใช้เกณฑ์พิจารณาพบว่ามีระดับความเที่ยงสูง ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอดคล้องภายในของประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะนำแนวทาง (guide-inquiry approach) ทั้ง 4 ฉบับ

แบบประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี	ความเที่ยง
1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1	0.903
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2	0.863
3. ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	0.912
4. สารเคมีในชีวิตประจำวัน	0.927

5. ผลการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) โดยเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างครูผู้ตรวจให้คะแนน เนื่องจากในแต่ละโรงเรียนผู้วิจัยได้ใช้ผู้ประเมินต่างกลุ่มกัน ดังนั้นจึงเสนอข้อมูลเป็นรายโรงเรียน ซึ่งพบว่า ผู้ประเมินทั้ง 3 คนในแต่ละโรงเรียนมีค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) สัมพันธ์กันสูงที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความเที่ยงสูงเนื่องจากผู้ประเมินแต่ละคนประเมินได้สอดคล้องกัน ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะนำแนวทาง (guide-inquiry approach)

โรงเรียนสตรีวัดอัสสัมชัญ		
ผู้ประเมิน	ผู้ประเมิน 2	ผู้ประเมิน 3
ผู้ประเมิน 1 Pearson correlation	.929	.890
sig	.00	.00

โรงเรียนวัดสุทธิวาราม		
ผู้ประเมิน	ผู้ประเมิน 2	ผู้ประเมิน 3
ผู้ประเมิน 1 Pearson correlation	.634	.468
sig	.00	.00
โรงเรียนจุฬารัตน์ราชวิทยาลัย เพชรบุรี		
ผู้ประเมิน	ผู้ประเมิน 2	ผู้ประเมิน 3
ผู้ประเมิน 1 Pearson correlation	.661	.715
sig	.00	.00

6. ผลจากใช้กระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากการสัมภาษณ์นักเรียนและครูพบว่าในด้านอรรถประโยชน์ (utility) เครื่องมือในการประเมินนี้มีประโยชน์สำหรับครูผู้สอนที่ต้องการให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ มากกว่าการทำปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ยกตัวอย่างจากบทสัมภาษณ์ครูดังนี้

*“เป็นเครื่องมือที่ดี สถานการณ์ก็ทำให้นักเรียนเข้าใจง่าย
เน้นการตั้งคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากคิดและทำการทดลองด้วยตัวเอง”*

สำหรับด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ครูผู้สอนได้อธิบายว่าความเป็นไปได้นี้อาจมีข้อจำกัดบางประการที่ส่งผลต่อการใช้กระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) คือนักเรียนควรจะเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง หรือโรงเรียนที่เน้นกระบวนการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้จะมีทักษะในการคิดแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดีกว่า ยกตัวอย่างจากบทสัมภาษณ์ครูดังนี้

*“จะใช้เครื่องมือได้ นักเรียนต้องมีทักษะการคิดมาบ้างแล้วนะ
เหมาะกับนักเรียนที่เคยได้รับหรือจัดกระบวนการเรียนการสอนรูปแบบนี้มาก่อน”*

สำหรับด้านความเหมาะสม (propriety) มีโอกาสที่จะใช้ได้และเหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีประสบการณ์ที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสืบสอบแบบแนะแนวทางมาเป็นระยะเวลาานาน ซึ่งจะทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกไปกับค้นคว้า หาคำตอบกับสถานการณ์หรือปัญหาที่ครูตั้งขึ้นนอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงไปยังสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ด้วย และ ความถูกต้อง (accuracy) มีความถูกต้องในด้านเนื้อหา สถานการณ์ รวมถึงประโยชน์ที่นักเรียนได้รับ ที่นำมาเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนเรียนได้ โดยจากการสัมภาษณ์นักเรียน

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

1. ผลจากการสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) และ ทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการ

เคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ได้ทั้งหมด 8 ขั้นตอน ซึ่งจากการสังเกตและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นตรงกันว่าทั้ง 8 ขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) โดยสอดคล้องกับ Lasley, Matczynski, & Rowley (2002) : Orlich et al.(2001) : Kuhlthau, Maniotes & Caspari, (2007): วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2517) : สุวัฒน์ นิยมคำ (2521) : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) และ Romey (1968) ; Joyce & Weil, 2000 อ้างถึงในจันทร์จิรา แก้วโกย, 2554) ซึ่งมีบางขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันจึงสามารถยุบรวมกันได้ตามความเหมาะสม เช่น การนิยามความหมายซึ่งมีขั้นตอนคล้ายกับการวางแผนการออกแบบการทดลองด้วยการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม นอกจากนี้ในขั้นตอนของการขยายความรู้ถึงแม้ว่านักวิชาการส่วนน้อยจะเห็นความสำคัญของขั้นตอนดังกล่าว น้อย แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อสังเกตและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและครูผู้สอนแล้ว กลับพบว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนได้ค้นพบเพื่อนำไปอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนดังกล่าว นักเรียนจึงเห็นความสำคัญในการค้นหาคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยจาก 7 ขั้นตอนที่สำคัญในการการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) มี 7 ประเด็นสำหรับการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ด้วยกัน ได้แก่ 1) การตั้งสมมติฐาน 2) การวางแผนการทดลอง 3) การสำรวจและการเก็บข้อมูล 4) การวิเคราะห์ข้อมูล 5) การสรุปผล 6) การประเมิน การสะท้อนข้อมูล และ 7) การขยายความรู้ สำหรับขั้นตอนการตั้งสถานการณ์หรือปัญหานั้นเป็นหน้าที่ของผู้สอนที่กำหนดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้หาแนวทางในการแก้ปัญหาตนเอง

2. ในการสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) นี้เป็นการประเมินทักษะปฏิบัติการที่มีพื้นฐานการเริ่มต้นจากการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาซึ่งทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จักการคิด วางแผนในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกทำแบบทดสอบที่คิด วิเคราะห์มากขึ้น เพื่อรองรับการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) และยกระดับผลสัมฤทธิ์ในการประเมินดังกล่าวให้สูงขึ้นด้วย

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีข้อจำกัดคือจะเหมาะสมสำหรับนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทางมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการเรียนการสอนด้วยวิธีดังกล่าว

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งสามารถนำไปปรับประยุกต์ในวิชาวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ ได้ เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา โดยอาศัยขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทางด้วยกันได้

2. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้รูปแบบเป็นแบบบันทึกกิจกรรม ซึ่งถ้าหากมีพัฒนาเพิ่มเติมสามารถนำไปผลิตสื่อการสอนในรูปแบบ animation ได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร.
- กุลชลี ตาลช่วง. (2546). *การพัฒนาวิธีการประเมินการปฏิบัติงานกลุ่ม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- จันจิรา แก้วโกย. (2554). *ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- แจ่มจันทร์ ศรีอรุณศรี. (2554). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ. (2517). *อารยะประชาธิปไตย เผยแพร่ด้วยวิธีสอนแบบสืบสวน-สอบสวน*. กรุงเทพมหานคร: ประชาชน.
- ศุจิกา ศรีนันทกุล. (2551). *ผลของการเรียนแบบสืบสอบเชิงปรัชญาบนเว็บนอกที่มีต่อการคิดไตร่ตรองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *การวัดผลประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้และตัวอย่างข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)*. กรุงเทพมหานคร: เซเว่นพรินติ้ง กรุ๊ป.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียน*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2521). *การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด*. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิชย์.
- สุพัตรา จันทรโฆสิต และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. *An Online Journal of Education*, 5(1), 70 - 84. สืบค้นจาก <http://www.edu.chula.ac.th/ojed/doc/V51/v51d0006.pdf>

เสาวรัตน์ งามแก้ว. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบแบบแนะแนวทาง ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์) คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ภาษาอังกฤษ

Lee, S. (2012). *Inquiry-guided learning. New directions for teaching and Learning*, Virginia: Catherine M. Wehlburg.

Donaldson, L., & Odom, A. (2010). What makes swing time ? A directed inquiry-based lab assessment. *Science activities: Classroom projects and curriculum*, 38(2), 29-33.