

**ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น
ร่วมกับคำถามปลายเปิดเรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำต่อการคิดวิเคราะห์
การคิดสังเคราะห์และผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
The Effect of Teaching and Learning using Inquiry Cycle (5Es) and
Open - ended Question on the Topic “ Electromagnetic” on Analytical,
Synthetical Thinking and Works of Grade XI Students.**

วรวิทย์ บ่อคำ (Worrawut Borkham)*

คงศักดิ์ ธาตุทอง (Kongsak Thatthong)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์การคิดสังเคราะห์และผลงานหรือชิ้นงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับคำถามปลายเปิด กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับคำถามปลายเปิด เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ จำนวน 1 แผนการเรียนรู้ 2) เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ จำนวน 2 เครื่อง 3) แบบบันทึกภาคสนาม 4) การสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา นำผล ที่ได้มาจัดกลุ่มการคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์ตามกรอบการคิดของ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546) ส่วนผลงานหรือชิ้นงาน ประเมินโดยการสังเกตแผนงาน การปฏิบัติ และผลงานหรือชิ้นงานของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนแสดงการการคิดวิเคราะห์ 3 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบ ที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำหรือวิธีทำ การวิเคราะห์หาสาเหตุหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์และการคิดสังเคราะห์ 2 ลักษณะ คือ การตั้งองค์ประกอบต่าง ๆ มาถกทอหรือหลอมรวมกัน และการลงมือปฏิบัติจนได้ชิ้นงานออกมา นักเรียนสามารถนำการคิดวิเคราะห์และประสบการณ์ของตนมาสร้างงานของกลุ่ม เพื่อตอบคำถามปลายเปิดได้

คำสำคัญ: การคิดวิเคราะห์, การคิดสังเคราะห์, คำถามปลายเปิด

Key Words: Analysis thinking, Synthesis thinking, Open ended question

* นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Abstract

This research aimed to study the analytical, synthetical thinking and works of Grade XI students on the topic of Inducing Electromagnet using Inquiry Cycle (5Es) and Open-ended Questions. The population were 46 Grade XI students at Srikranuonwittayakom, who studied in the second semester in academic year 2010. The population was divided into 9 groups, each group had 4-5 students. The two target groups were selected by the purposive sampling. The instruments used were: 1) one lesson plan of inquiry Cycle (5Es) together with Open-ended Questions on the topic of Inducing Electromagnet 2) two digital video cameras 3) field note recording forms and 4) informal interviewing. The protocol and content analysis were in this research. The results were grouped according to Kriangsak Charoenwongsak's thinking criterion (2546). The student works were evaluated by observing student's plans, experiments, tasks and informal interviewing.

The results were found that the students performed three characteristics of analytical thinking: analyzing on elements related, performance procedure or methodology, analyzing of cause or linking relationship. They performed two synthetical thinking: combined different elements together and produced a piece of work. They can use the analytical thinking skills and their experience to create group works to satisfy the Open-ended Questions.

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 เน้นปลูกฝังให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยในหมวด 4 แนวการจัดการศึกษามาตรา 23 (2) กล่าวถึงการจัดการศึกษา เน้นความสำคัญ “ความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์” และมาตรา 24 (2) “ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ความรู้ใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาเพื่อเป็นการเตรียมพร้อม สู้สังคมแห่งอนาคต” และมาตรา 24 (3) “จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง” (กรมวิชาการ, 2546) อีกทั้งในหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มีจุดหมายให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านการคิด คือมีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรู้ อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยา การ ปรับวิธีการคิดได้เหมาะสมกับสถานการณ์ มีทักษะและกระบวนการโดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญาและทักษะ

ในการดำเนิน (ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์, 2551) สอดคล้องกับมาตรฐานเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก รอบที่ 2 มาตรฐานด้านผู้เรียน มาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ มาตรฐานที่ 12 ที่กำหนดว่าให้สถานศึกษามีการจัดกิจกรรมและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งในตัวบ่งชี้ที่ 3 ระบุให้สถานศึกษามีการจัดกิจกรรม ส่งเสริมคุณภาพผู้เรียนอย่างหลากหลาย โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ข้อที่ 2 ให้สถานศึกษามีการจัดกิจกรรม ส่งเสริมและตอบสนองความสามารถทางวิชาการและความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2544)

ผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบแรก ปีการศึกษา 2544-2548 โดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) มีสถานศึกษาที่จัดการศึกษา ระดับการศึกษา ขั้นพื้นฐาน จำนวน 30,010 แห่ง ทั่วประเทศ พบว่า มาตรฐานที่ 4

ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ที่ได้รับการประเมิน จำนวน 26,584 แห่ง มีจำนวนสถานศึกษา ที่ได้ผลการประเมินมาตรฐานอยู่ในระดับดีร้อยละ 9.4 ซึ่งน้อยที่สุดจากทั้งหมดใน 14 มาตรฐานที่ได้รับ การประเมิน นอกจากนั้น ยังมีสถานศึกษาที่ผลการประเมินมาตรฐานที่ 4 อยู่ในระดับปรับปรุงและพอใช้ ได้แก่ สถานศึกษาสังกัด สพฐ. ร้อยละ 90.6 สังกัดมหาวิทยาลัย ร้อยละ 41.4 สังกัดสำนักงานการศึกษาส่วนท้องถิ่น ร้อยละ 74.10 และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (สช.) ร้อยละ 82.5 และผลการประเมิน ในระดับเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดขอนแก่น พบว่ามีจำนวนโรงเรียนที่ได้ผลการประเมิน มาตรฐานที่ 4 อยู่ในระดับ ปรับปรุงและพอใช้ เขต 1 ร้อยละ 90.95 เขต 2 ร้อยละ 96.45 เขต 3 ร้อยละ 94.29 เขต 4 ร้อยละ 95.63 และ เขต 5 ร้อยละ 97.47 ซึ่งจะเห็นว่ามีโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4 ได้ผลการประเมิน มาตรฐานที่ 4 อยู่ในระดับ ปรับปรุงและพอใช้ มีเป็นจำนวนมากลำดับที่ 3 จากทั้งหมด 5 เขตพื้นที่ การศึกษาในจังหวัดขอนแก่น อีกทั้ง จากผลการรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษายานอก รอบที่สองของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4 ทั้งหมด 27 โรงเรียน พบว่า มีโรงเรียนที่ไม่ผ่านการการรับรองคุณภาพในมาตรฐานที่ 4 คือ มีค่าเฉลี่ยผลการประเมินภายนอก น้อยกว่า 2.75 จำนวน 10 โรงเรียน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 37.04 (สมศ., 2552) และจากผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา (สมศ.) ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนศรีภรณวิทยาคม มาตรฐาน ด้านผู้เรียน มาตรฐานที่ 4 อยู่ในระดับคุณภาพพอใช้ ดังนั้นทางโรงเรียนจำเป็นต้องพัฒนาเป็นการด่วน การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทุก ๆ ด้านยังอยู่ในขอบเขตจำกัด และยังขาดการส่งเสริมให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการคิด (สุธารพินช์ โนนศรีชัย, 2550) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์

คิดสังเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป นอกเหนือจากความรู้ในด้านเนื้อหาเพียงอย่างเดียว และการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จะเน้นวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เช่น 5 Es ซึ่งเป็นวิธีการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูมีหน้าที่ชี้แนะแนวทาง และอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าโรงเรียนต่าง ๆ จะสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และนักวิชาการหลายท่านก็สรุปกันว่าสามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ และการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากการทดสอบ ที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจว่าจะทำอะไรที่จะสามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้ และจากการศึกษางานวิจัย ของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) ที่กล่าวกระบวนการสอนแบบเปิดว่าเป็นกระบวนการจัดการกิจกรรม หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ให้มีลักษณะเป็นปัญหาแบบเปิดกระตุ้นให้ นักเรียนได้คิด และเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยประสบมาก่อน (Non-routine problems) สามารถพัฒนา การคิดของนักเรียนได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการคิดวิเคราะห์ และคิดสังเคราะห์ของผู้เรียน โดยด้วยการนำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ของสสวท. มาใช้ร่วมกับคำถามปลายเปิดในการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ ในการเรียนรู้เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 โรงเรียนศรีภรณวิทยาคม เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับคำถามปลายเปิด

2. เพื่อศึกษา การคิดสังเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีภรณวิทยาคม เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ คำถามปลายเปิด

3. เพื่อประเมินผลงานของนักเรียนที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับคำถามปลายเปิด

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Contents Analysis)

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 25 จำนวน 46 คนที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน แล้วจึงเลือกกลุ่มเพื่อใช้เป็นตัวแทนที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 2 กลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับคำถามปลายเปิดในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ จำนวน 5 แผนการเรียนรู้
2. เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ จำนวน 2 เครื่อง
3. แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย
4. แบบบันทึกภาคสนามของผู้ช่วยวิจัย
5. การสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง ตามรายละเอียด ดังนี้

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 – 5 คน
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 1 แผนการเรียนรู้ ดังนี้

เรื่องสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำ โดยทำการสอนให้นักเรียน ได้เรียนรู้ในเนื้อหาและลงมือทดลองตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการเป็นพื้นฐานใน ขั้นที่ 1 – 3 ของ 5Es คือขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นอธิบายและลงข้อสรุป แล้วจะใช้คำถามปลายเปิดในขั้นที่ 4 คือ ขั้นขยายความรู้ เพื่อเป็นการกระตุ้นเปิดกว้าง ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์แก้ปัญหาหรือคำตอบที่หลากหลาย และขั้นที่ 5 คือ ขั้นประเมินผล ให้นักเรียนเขียนสะท้อนผลที่ได้จากการเรียนรู้ในการเรียนแต่ละเรื่อง ออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปแบบของแผนผังความคิด ซึ่งมีคำถามปลายเปิดดังนี้

เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในลวด ตัวนำ ใช้คำถามแบบเปิด ดังนี้ “นักเรียนมีวิธีการพันขดลวดอย่างไรที่จะทำให้แท่งเหล็กธรรมดา มีความแรงของสนามแม่เหล็กมากที่สุด โดยมีเงื่อนไขคือ ต้องใช้ขดลวดที่มีความยาว 40 เซนติเมตรเท่ากัน แหล่งจ่ายไฟมีโวลต์เท่ากันคือ 1.5 โวลต์ และแท่งตะปูขนาดเท่ากัน”

3. ทำการบันทึกวีดิทัศน์ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนตั้งแต่เริ่มใช้คำถามปลายเปิดไปจนจนสิ้นสุดกิจกรรม

4. ตรวจสอบวีดิทัศน์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมในประเด็นที่ยังไม่ชัดเจน

5. รวบรวมข้อมูลที่เป็นงานเขียนและชิ้นงานของนักเรียนที่เกิดจากการทำกิจกรรมในระหว่าง การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้ประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำวีดิทัศน์บันทึกภาพและเสียง การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนตั้งแต่ได้รับคำถามปลายเปิดไปจนสิ้นสุดกิจกรรม มาถอดพฤติกรรมหรือคำพูดให้อยู่ในรูปของประโยคหรือวลีของคำพูด หรือคำบรรยายพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมา ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้เรียกว่า โปรโตคอล

2. นำโปรโตคอลที่ได้มาวิเคราะห์จัดกลุ่มการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ตามแนวคิดของเกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546)

3. นำข้อมูลที่เป็นงานเขียนและชิ้นงานหรือภาระงานของนักเรียนมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม

4. หาค่าความถี่และค่าร้อยละของลักษณะการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม

5. วิเคราะห์ ทัศนคติและสรุปการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียน

6. นำผลงานหรือชิ้นงานของนักเรียนมาประเมินสังเกตและสรุปผลการสังเกตแล้วนำเสนอผล

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

สำหรับในบทความฉบับนี้ ขอนำเสนอผลการวิจัยเฉพาะแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน ดังนี้

1. ผลการคิดวิเคราะห์ (วิเคราะห์จากโปรโตคอล) ของนักเรียนกลุ่มที่ 1 และกลุ่ม 2 ได้ผลดังข้อมูลในตารางที่ 1

2. ผลการคิดสังเคราะห์ (วิเคราะห์จากโปรโตคอล) ของนักเรียนกลุ่มที่ 1 และ 2 ได้ผลดังข้อมูลในตารางที่ 2

3. แผนงาน การลงมือปฏิบัติจริงและชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้ผลดังข้อมูลในตารางที่ 3

4. แผนงาน การลงมือปฏิบัติจริงและชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้ผลดังข้อมูลในตารางที่ 4

ตารางที่ 1 ผลการคิดวิเคราะห์การเรียนรู้เรื่อง ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

กลุ่ม	การคิดวิเคราะห์			รวม (ร้อยละ)
	การวิเคราะห์องค์ประกอบ : A1	การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานหรือวิธีทำ : A2	การวิเคราะห์สาเหตุหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ : A3	
1	2 (11.77%)	14 (82.25%)	1 (5.88%)	17 (100%)
2	4 (19.05%)	13 (61.90%)	4 (19.05%)	(100%)21

จากตารางที่ 1 ผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่ 1 เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำ พบว่า นักเรียนทั้งกลุ่มมีการคิดวิเคราะห์เกิดขึ้น โดยมีด้านการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงาน หรือวิธีทำมากที่สุด (82.35%) รองลงมาเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องเกิดขึ้น (11.77%) และการวิเคราะห์สาเหตุหรือ

เชื่อมโยงความสัมพันธ์ (5.88%) ตามลำดับ ส่วนผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่ 2 พบว่า นักเรียนทั้งกลุ่มมีการคิดวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานหรือวิธีทำมากที่สุด (61.90%) รองลงมา เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง และด้านการวิเคราะห์สาเหตุหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (19.05%) เท่ากัน

ตารางที่ 2 ผลการคิดสังเคราะห์ การเรียนเรื่อง ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

กลุ่ม	การคิดวิเคราะห์		รวม (ร้อยละ)
	การคิดตั้งองค์ประกอบต่าง ๆ มากักทอหรือหลอมรวมกัน : S1	การสร้างชิ้นงานใหม่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ : S2	
1	14 (51.85%)	13 (48.15%)	27 (100.00%)
2	8 (53.33%)	7 (46.67%)	15 (100.00%)

จากตารางการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่เกิดขึ้นในการเรียน เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำ พบว่านักเรียนมีการคิดสังเคราะห์มีการคิดตั้งองค์ประกอบต่าง ๆ มากักทอหรือหลอมรวมกัน และสร้างชิ้นงานใหม่เกิดขึ้นด้วยเช่นกันคิด

เป็นร้อยละ 51.85 และ 48.15 ตามลำดับ ส่วนการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่ 2 พบว่านักเรียนมีการคิดสังเคราะห์มีการคิดตั้งองค์ประกอบต่าง ๆ มากักทอหรือหลอมรวมกัน และสร้างชิ้นงานใหม่เกิดขึ้นคิดเป็นร้อยละ 53.33 และ 46.67 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แผนงาน การลงปฏิบัติจริง และชิ้นงาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 1 การเรียน เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำ

แผนงานที่เป็นข้อสรุป ของกลุ่มก่อนลงมือปฏิบัติจริง	ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติจริง	ผลงาน/ชิ้นงาน ของกลุ่มที่เกิดขึ้น (S2)
อุปกรณ์ที่ใช้ 1) ตะปู 2 ดอก 2) เส้นลวดทองแดงยาว 40 cm จำนวน 1 เส้น วิธีการทำ 1) พันสลัดไปมาโดยเริ่มจากหัวตะปู ลงมา ตะปู 1 ดอก	อุปกรณ์ที่ใช้ 1) ตะปู 2 ดอก 2) เส้นลวดทองแดงยาว 40 cm จำนวน 1 เส้น 3) ลวดเย็บกระดาษ 4) ถ่าน วิธีการทำ 1) นำลวดทองแดงพันตะปู 1 ดอก พันสลัดไปมาโดยเริ่มจากหัวตะปูลง มา แล้วทดสอบ ความเป็นแม่เหล็ก โดยต่อลวดทั้งสองข้างเข้ากับถ่าน แล้วทดสอบ	ผลการลงมือทำ 1) ผลจากการพันสลัดไปมาโดยเริ่ม จากหัวตะปูลงมา ตะปู 1 ดอก คือ ตะปูไม่เกิดอำนาจแม่เหล็ก ดูจาก ลวดเย็บกระดาษไม่ติดตะปู

ตารางที่ 3 แผนงาน การลงมือปฏิบัติจริง และชิ้นงาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 1 การเรียน เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำ (ต่อ)

แผนงานที่เป็นข้อสรุป ของกลุ่มก่อนลงมือปฏิบัติจริง	ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติจริง	ผลงาน/ชิ้นงาน ของกลุ่มที่เกิดขึ้น (S2)
2) พันรอบตะปูแบบถี ๆ ตะปู 1 ดอก	2) นำลวดทองแดงพันกับตะปู 1 ดอกพันแบบถีจากหัวตะปูถึงปลายตะปูแล้วทดสอบ ความเป็นแม่เหล็ก โดยต่อลวดทั้งสองข้างเข้ากับถ่าน แล้วทดสอบ	2) ผลจากการพันรอบตะปูแบบถี ๆ ตะปู 1 ดอก คือตะปูเกิดอำนาจแม่เหล็ก ดูจาก ลวดเย็บกระดาษติดตะปู 3 ชิ้น
3) พันสลับไป ใช้ตะปู 2 ดอก	3) นำลวดทองแดงพันตะปู 2 ดอก พันสลับไปมาจากหัวถึงปลายตะปูแล้วทดสอบ ความเป็นแม่เหล็ก โดยต่อลวดทั้งสองข้างเข้ากับถ่านแล้วทดสอบ	3) ผลจากการพันสลับไปใช้ตะปู 2 ดอก คือ ตะปูไม่เกิดอำนาจแม่เหล็กดูจากลวดเย็บกระดาษไม่ติดตะปู
4) พันรอบตะปูเรียงกันแบบถี ๆ ใช้ ตะปู 2 ดอก	4) พันรอบตะปู 2 ดอกแบบถี ๆ แล้วนำลวดทั้งสองข้างจากการพัน ต่อเข้ากับถ่านแล้วนำไปทดสอบ	4) ผลจากการพันรอบตะปูเรียงกันแบบถี ๆ ใช้ตะปู 2 ดอก คือตะปูเกิดอำนาจแม่เหล็กดูจากลวดเย็บกระดาษติดตะปู 6 ชิ้น
5) พันรอบตะปูเว้นระยะห่างตะปู 1 ดอก	5) พันแบบห่าง ๆ ตะปู 1 ดอก แล้วทดสอบ ความเป็นแม่เหล็ก โดยต่อลวดทั้งสองข้างเข้ากับถ่านแล้วทดสอบ	5) ผลจากการพันรอบตะปูเว้นระยะห่าง ตะปู 1 ดอก คือตะปูเกิดอำนาจแม่เหล็กดูจากลวดเย็บกระดาษติดตะปู 1 ชิ้น
6) พันสลับไปมาตรงหัว-ตรง	6) นำลวดทองแดงพันรอบตะปู สลับไปมาหัว-ปลาย ตรงกลางพัน ถี ๆ แล้วทดสอบความเป็นแม่เหล็ก โดยต่อลวดทั้งสองข้างเข้ากับถ่าน แล้วทดสอบ	6) ผลจากการพันสลับไปมาตรงหัว ตรงปลายตรงกลาง ถี ๆ ใช้ตะปู 1 ดอก คือ ตะปูไม่เกิดอำนาจแม่เหล็กดูจากลวดเย็บกระดาษไม่ติดตะปู
7) พันรอบตะปู เว้นระยะห่าง ใช้ตะปู 2 ดอก	7) พันลวดทองแดงแบบห่าง ๆ กับ ตะปู 2 ดอกแล้วทดสอบ โดยต่อลวดทั้งสองข้างเข้ากับถ่านแล้วนำ เข้าใกล้ลวดเย็บกระดาษ	7) ผลจากการพันรอบตะปู เว้นระยะห่าง ใช้ตะปู 2 ดอก คือตะปูเกิดอำนาจแม่เหล็กดูจากลวดเย็บกระดาษติดตะปู 2 ชิ้น

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ 1 มีการวางแผนงานก่อนลงมือปฏิบัติและได้เขียนวิธีการพันขดลวดในตะปู้ให้เป็นแม่เหล็ก ได้ทั้งหมด 7 วิธี และนักเรียนได้ทำการทดลองตามวิธีการที่นักเรียน ได้วางแผนและออกแบบไว้ทุกขั้นตอน และผลงานที่นักเรียนได้ทำการทดลองพบว่าวิธีที่ 1, 3 และ 6 พันสลัปไปมา จะไม่เกิดอำนาจแม่เหล็ก ส่วนวิธีที่ 2, 4 พันเรียงชิดติดกันก็ ๕ วิธีที่ 5 และ 7 พันเว้นระยะห่าง จะทำให้ตะปู้เกิดอำนาจแม่เหล็ก และวิธีการที่เกิดอำนาจแม่เหล็กมากที่สุดคือวิธีที่ 4 พันรอบตะปู้เรียงกันแบบถี่ ๆ ใช้ตะปู้ 2 ดอก ผลคือ ลวดเย็บกระดาษติดตะปู้ 6 ชั้นรองลงมาคือวิธีที่ 2 พันรอบตะปู้

แบบถี่ ๆ ตะปู้ 1 ดอก ผลคือลวดเย็บกระดาษติดตะปู้ 3 ชั้น วิธีที่ 7 พันรอบตะปู้ เว้นระยะห่าง ใช้ตะปู้ 2 ดอก ผลคือลวดเย็บกระดาษติดตะปู้ 2 ชั้น และวิธีที่ 5 พันรอบตะปู้ เว้นระยะห่าง ตะปู้ 1 ดอก ผลคือลวดเย็บกระดาษติดตะปู้ 1 ชั้นตามลำดับ

เมื่อพิจารณางานเขียนที่นักเรียนได้วางแผนงานของกลุ่มก่อนลงมือ และขณะที่นักเรียนปฏิบัติจริงจนกระทั่งได้ชิ้นงาน พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้ปฏิบัติตามแผนที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ และได้ชิ้นงาน ที่มีอำนาจแม่เหล็กมีความแรงแม่เหล็กมากที่สุดที่กลุ่มทำได้คือ วิธีที่ 4

ตารางที่ 4 แผนงานการลงปฏิบัติจริง และชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มที่ 2 การเรียน เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำ

แผนงานที่เป็นข้อสรุป ของกลุ่มก่อนลงมือปฏิบัติจริง	ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติจริง	ผลงาน/ชิ้นงาน ของกลุ่มที่เกิดขึ้น (S2)
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ 1) ตะปู้ 2 ดอก 2) เส้นลวดทองแดงยาวเส้น ยาว 40 cm จำนวน 1 แท่ง วิธีการทำ 1) ใช้ขดลวดทองแดงพันกับตะปู้แบบเรียงชิดติดกัน (1 ดอก) ทางเดียวกัน 2) ใช้ลวดทองแดงพันกับตะปู้แบบเรียงชิดติดกัน (2 ดอก) ทางเดียว 3) พันขดลวดขึ้น – ลงกับตะปู้แบบห่างกัน (1 ดอก) ขึ้นเสร็จค่อยลงสลัปกัน	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ 1) ตะปู้ 2 ดอก 2) เส้นลวดทองแดงยาวเส้นยาว 40 cm จำนวน 1 แท่ง 3) ถ่าน วิธีการทำ : 1) ใช้ลวดทองแดงพันตะปู้ 1 ดอกเรียงชิดติดกันพันจากหัวตะปู้ไปปลายตะปู้ แล้วทดสอบความเป็นแม่เหล็ก 2) ใช้ตะปู้ 2 ดอกที่มีลักษณะการวางหัวปลายตะปู้ตรงข้ามกันแล้วพันขดลวดรอบเรียงชิดแล้วทดสอบ ความเป็นแม่เหล็ก 3) พันขึ้นลงสลัปจากหัวตะปู้ไปยังปลายตะปู้ แล้วพันกลับมายังหัวตะปู้กับตะปู้ 1 ดอกแล้วทดสอบ ความเป็นแม่เหล็ก	ผลการลงมือทำ 1) ใช้ขดลวดทองแดงพันกับตะปู้แบบเรียงชิดติดกัน (1 ดอก) ทางเดียวกันผลคือตะปู้เกิดอำนาจแม่เหล็ก ดูจากลวดเย็บกระดาษติดตะปู้ 7 ชั้น 2) ใช้ลวดทองแดงพันกับตะปู้แบบเรียงชิดติดกัน (2 ดอก) ทางเดียวผลคือ ตะปู้เกิดอำนาจแม่เหล็ก ดูจาก ลวดเย็บกระดาษติดตะปู้ 10 ชั้น 3) ผลการพันขดลวดขึ้น – ลงกับตะปู้แบบห่างกัน (1 ดอก) ขึ้นเสร็จค่อยลงสลัปกัน ผลคือตะปู้ไม่เกิดอำนาจแม่เหล็กดูจากลวดเย็บกระดาษไม่ติดตะปู้

ตารางที่ 4 แผนงานการลงมือปฏิบัติจริง และชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มที่ 2 การเรียน เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำ (ต่อ)

แผนงานที่เป็นข้อสรุป ของกลุ่มก่อนลงมือปฏิบัติจริง	ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติจริง	ผลงาน/ชิ้นงาน ของกลุ่มที่เกิดขึ้น (S2)
4) พันขดลวดทองแดงกับตะปู แบบต่าง ๆ ทางเดียว (1 ดอก)	4) พันขดลวดทองแดงกับตะปูแบบต่าง ทางเดียวกันจากหัวตะปูไปยังปลายตะปู แล้วนำลวดทั้งสองข้างจากการพันต่อ เข้ากับถ่านแล้วนำไปทดสอบ ทั้ง 4 วิธี ทดสอบกับลวดเย็บกระดาษ	4) ผลการพันขดลวดทองแดงกับ ตะปูแบบต่าง ๆ ทางเดียว (1 ดอก) ผลคือตะปูเกิดอำนาจแม่เหล็กดูจาก ลวดเย็บกระดาษติดตะปู 3 ชิ้น

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ 2 มีการวางแผนงานก่อนลงมือปฏิบัติและได้เขียนวิธีการพันขดลวดในตะปูให้เป็นแม่เหล็ก ได้ทั้งหมด 4 วิธี และนักเรียนได้ทำการทดลองตามวิธีการที่นักเรียน ได้วางแผน และออกแบบไว้ทุกขั้นตอน และผลงานที่นักเรียนได้ทำการทดลองพบว่า วิธีที่ 3 พันขดลวดขึ้น - ลงกับตะปูแบบต่างกัน 1 ดอก ขึ้นเสร็จค่อยลงสลับกันไปมา ผลคือ ตะปูไม่เกิดอำนาจแม่เหล็กดูจากลวดเย็บกระดาษไม่ติดตะปู ส่วนวิธีที่ 1 พันลวดกับตะปูเรียงชิดติดกันกับตะปู 1 ดอก วิธีที่ 2 พันลวดกับตะปูเรียง ชิดติดกันกับตะปู 2 ดอก และวิธีที่ 4 พันลวดทองแดงกับตะปูแบบต่าง ๆ ทางเดียว จะทำให้ตะปูเกิดอำนาจแม่เหล็ก และวิธีการที่เกิดอำนาจแม่เหล็กมากที่สุดคือวิธีที่ 2 ใช้ลวดทองแดงพันกับตะปูแบบเรียงชิดติดกัน กับตะปู 2 ดอกพันไปทางเดียว ผลคือ ลวดเย็บกระดาษติดตะปู 10 ชิ้น รองลงมาคือวิธีที่ 1 ใช้ลวดทองแดงพันกับตะปูแบบเรียงชิดติดกันกับตะปู 1 ดอกทางเดียวกันผลคือ ลวดเย็บกระดาษติดตะปู 7 ชิ้น และวิธีที่ 4 พันลวดทองแดงกับตะปูแบบต่าง ๆ ทางเดียว กับ 1 ดอก ผลคือลวดเย็บกระดาษติดตะปู 3 ชิ้นตามลำดับ เมื่อพิจารณางานเขียนที่นักเรียนได้วางแผนของกลุ่มก่อนลงมือ และขณะที่นักเรียนปฏิบัติจริง จนกระทั่ง ได้ชิ้นงานพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้ปฏิบัติตามแผนที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ และได้ชิ้นงานที่มีอำนาจแม่เหล็กมีความแรงแม่เหล็กมากที่สุดของกลุ่ม

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับคำถามปลายเปิด สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์ตามแนวคิดของ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546) เกิดขึ้นดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์เกิดขึ้นทั้ง 3 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำหรือวิธีทำ และการวิเคราะห์หาสาเหตุหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์
2. การคิดสังเคราะห์ นักเรียนมีการคิดสังเคราะห์เกิดขึ้นทั้ง 2 ลักษณะ คือ นักเรียนมีการคิดสังเคราะห์ในการคิดตั้งองค์ประกอบต่าง ๆ มาถักทอหรือหลอมรวมกันและการสร้างชิ้นงานใหม่เกิดขึ้นได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือแผนงานที่นักเรียนได้กำหนดไว้ก่อนลงมือปฏิบัติจริง
3. นักเรียนสามารถสร้างผลงานได้อย่างสร้างสรรค์

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับคำถามปลายเปิด นักเรียนมีสนทนากันภายในกลุ่มเพื่อหาวิธีการออกแบบวางแผน ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มได้คิดหาวิธีการต่างมากมาย เป็นการเปิดนักเรียนได้เสนอแนวคิดของตนเอง

ทำให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์และผลงานของนักเรียนขึ้น

1. ผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนซึ่งมีการคิดวิเคราะห์แยกแยะองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนการทำหรือวิธีทำ และการวิเคราะห์สาเหตุหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์พบว่า นักเรียนจะเกิดการคิดวิเคราะห์ขั้นตอนการทำหรือวิธีทำมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้คำถามของผู้วิจัยส่วนมากจะถามในลักษณะให้นักเรียนได้คิดหาวิธีการทำให้หลากหลาย จึงส่งผลให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ลักษณะนี้มากกว่าลักษณะอื่น ส่วนการคิดวิเคราะห์แยกแยะองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ในแต่ละแผน การเรียนรู้ ดังนั้นนักเรียนจึงไม่ได้คิดที่จะนำวัสดุอื่นมาเพิ่มเติม แต่นักเรียนได้คิดนำวัสดุ อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้มาใช้ในการวางแผน ออกแบบ และนักเรียนส่วนใหญ่จะวิเคราะห์สาเหตุหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์น้อยอาจเนื่องมาจากนักเรียนเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อนักเรียนรู้หลักการและทฤษฎีแล้ว นักเรียนจะมุ่งสู่การคิดวิเคราะห์วิธีการทำมากกว่าการคิดวิเคราะห์แบบอื่น

2. การคิดสังเคราะห์นักเรียนได้มีการคิดสังเคราะห์เกิดขึ้นสูง โดยมีการคิดสังเคราะห์ดึงองค์ประกอบต่าง ๆ มาหลอมรวมกันเพื่อสร้างชิ้นงาน โดยทำการวางแผนออกแบบขั้นตอนวิธีการทำลงบนแผนกระดาษ ก่อนลงมือปฏิบัติจริงเพื่อสร้างชิ้นงานใหม่ให้เกิดขึ้น ขณะลงมือปฏิบัติจริงนักเรียน ทั้งสองกลุ่มได้ปฏิบัติตามที่นักเรียนได้วางแผน ออกแบบไว้ จนได้ชิ้นงานออกมา ซึ่งจากการสังเกตเห็นกระบวนการสร้างชิ้นงานของนักเรียน

3. เพื่อพิจารณาคุณภาพของชิ้นงานจากการสังเกตการณ์วางแผน ปฏิบัติ และตัวผลงาน จะเห็นได้ว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถทำงานเพื่อตอบคำถามปลายเปิดได้อย่างสร้างสรรค์

ผลของการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5Es ร่วมกับคำถามปลายเปิด พบว่านักเรียนแต่ละคนมีการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์เกิดขึ้นแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์เดิมของแต่ละคน นักเรียน บางคนพูดน้อย และบางคนพูดเก่ง

ส่งผลให้เพื่อนที่พูดไม่ค่อยเก่งไม่กล้าพูดเท่าที่ควร อย่างไรก็ตามนักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์เพื่อสร้างชิ้นงาน และคิดสังเคราะห์จนได้ชิ้นงานออกมา

จากการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับคำถามปลายเปิด เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำต่อการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์การคิดสังเคราะห์ สอดคล้องกับงานวิจัยของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546) ได้วิจัยเรื่อง การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา และชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ปัญหาแบบปลายเปิด (Open – ended problems) พบว่า การที่ผู้วิจัยใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นสถานการณ์ปัญหา และใช้การวิเคราะห์โปรโตคอลในการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ โดยเน้นเฉพาะกระบวนการ การแก้ปัญหาสามารถจัดกระบวนการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพ การแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และกตัญญูตา บางโท (2550) ที่ศึกษา การคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในสถานการณ์ปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนคิดวิเคราะห์วิธีการเปรียบเทียบที่ตนเองใช้ในการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ผลการวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดเกิดสมรรถนะสำคัญ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้เรียนมีสมรรถนะด้านความสามารถ ในการสื่อสารความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ในการทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

1) ครูควรช่วยกระตุ้นให้กับนักเรียนหลังจากใช้คำถามแบบเปิดกับนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน

ทุกคน เกิดปฏิสัมพันธ์สนทนาแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อคำถามแบบเปิดที่ครูเปิดประเด็นเพื่อให้เกิดแนวคิดที่หลากหลายภายในกลุ่ม นำแนวคิดมาออกแบบและสร้างชิ้นงานออกมา

2) การนำคำถามแบบเปิดมาใช้ ครูต้องออกแบบอุปกรณ์ให้ตรงกับคำถามและควรทดลองหรือทดสอบความเป็นไปได้ในกิจกรรมที่ใช้คำถามปลายเปิดก่อน เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติได้จริง

3) ในการทำกิจกรรมหลังจากครูใช้คำถามปลายเปิดกับนักเรียนครูไม่ควรนำอุปกรณ์ให้นักเรียนก่อน เพราะนักเรียนจะเล่นกับอุปกรณ์จึงควรให้นักเรียนวางแผนหรือออกแบบ เพื่อคำถามปลายเปิดก่อนแจกอุปกรณ์

4) ครูต้องสรุปหรืออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการทฤษฎีหลังจากพบว่าลักษณะวิธีคิด หาคำตอบ หรือวิธีทำต่าง ๆ ที่นักเรียนได้คิดและการลงปฏิบัติของนักเรียนที่ยังคิดไม่ถูกต้องตามหลักการทฤษฎี

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับคำถามปลายเปิดไปใช้ในการเรียนในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ

2) ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอื่น ๆ มาใช้ร่วมกับคำถามปลายเปิด ในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์ หรือคิดขั้นสูงของนักเรียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2)**

พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กัตญญตา บางโท. (2550). การศึกษาการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด (Open-ended Problem). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร

มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กรมวิชาการ. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร การศึกษา**

ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2547). **การคิดเชิงวิเคราะห์.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.

_____. (2546). **การคิดเชิงสังเคราะห์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2549). **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์**

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาด้วยยุทธวิธีปัญหาปลายเปิด. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุธารพินท์ โนนศรีชัย. (2550). **การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของ นักเรียนชั้น**

มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร

มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2552). **รายงาน ประจำปี 2552.**

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. (2552). กระทรวงศึกษาธิการ. พิมพ์ครั้งที่ 1