

บทความวิจัย (Research Article)

การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์
เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา

THE STUDY OF PHYSICS PROBLEM SOLVING ABILITY AND PHYSICS
ACHIEVEMENT ON MOMENTUM AND COLLISIONS OF TENTH GRADE
STUDENTS BY USING THE INQUIRY METHOD INCORPORATED WITH
POLYA'S PROBLEM SOLVING TECHNIQUE

Received: July 30, 2017

Revised: October 10, 2017

Accepted: November 2, 2017

ฉันทรัตน์ พลเยี่ยม^{1*} ศรัณย์ ภิบาฬชนม² และกิตติมา พันธุ์พฤกษา³
Thanyarat Phonyiam^{1*} Sarun Phibbranchon² and Kittima Panprueksa³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

^{1,2,3}Faculty of Education, Burapha University, Chonburi 20131, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: thanyarat.phonyiam@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี จำนวน 41 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว และการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน

ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาสูง

กว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาฟิสิกส์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

Abstract

The purposes of this research were to compare physics problem solving ability and physics achievement of tenth grade students after using the inquiry method incorporated with Polya's problem solving technique with 70 percent criteria and to compare physics achievement of tenth grade students after using the inquiry method incorporated with Polya's problem solving technique with before using that. The participants of this research consisted of 41 tenth grade students in the second semester of academic year 2016 at Saensuk School, Chonburi Province. They were selected through the cluster random sampling. The research instruments were lesson plans using the inquiry method incorporated with Polya's problem solving technique, physics problem solving ability test, and physics achievement test. The data were analyzed by using mean, standard deviation, one sample t-test, and dependent sample t-test.

The results of this research showed that physics problem solving ability and physics achievement of tenth grade students after using the inquiry method incorporated with Polya's problem solving technique were statistically significant higher than the 70 percent criterion at the .05 and the posttest scores of physics achievement were statistically significant higher than the pretest scores of that at the .05.

Keywords: Inquiry Method, Polya's Problem Solving Technique, Physics Problem Solving Ability, Physics Achievement

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฟิสิกส์เป็นศาสตร์หนึ่งของวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษากฎ หลักการ และทฤษฎีต่างๆ เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2010, p. 11) เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งปัญหาที่กล่าวถึงในรายวิชาฟิสิกส์ก็จะเป็นลักษณะโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแสนสุข พบว่า เมื่อครูให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ นักเรียนส่วนใหญ่จะ

วิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ ไม่รู้ว่าข้อมูลที่โจทย์ให้มาเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ให้หาความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันอย่างไร หรือถ้าได้ตัวแปรมาแล้ว นักเรียนก็จะพยายามหาสูตรแล้วแทนค่าตัวแปรจากที่โจทย์ให้มาทันที ซึ่งส่วนใหญ่ในการทำโจทย์ฟิสิกส์ สถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ให้มาก็ไม่ได้ให้ตัวแปรที่จะให้เรานำไปใช้ในการแทนค่าได้เลย ต้องหาจากข้อมูลที่โจทย์ให้มาอีกรอบก่อน นอกจากนี้ เวลาที่ครูสอน ครูส่วนใหญ่มักจะคำนึงถึงแต่เนื้อหาว่าจะสอนทันเวลาหรือไม่ ทำให้ครูเลือกที่จะใช้วิธีการสอนแบบบรรยายแทนวิธีการสอนที่จะให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมเอง ซึ่งทำให้นักเรียนขาดความสนใจอยากจะเรียน (Khochongdi, personal communication, February 15, 2016) ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่ดีเท่าที่ควร สอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2556-2558 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศร้อยละ 30.48, 32.54 และ 31.62 ตามลำดับ และสำหรับโรงเรียนแสนสุขมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 28.25, 27.74 และ 28.71 ตามลำดับ (National Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2016) จากผลการรายงานดังกล่าว พบว่า คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนโรงเรียนแสนสุขมีคะแนนที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้งประเทศในทุกปีการศึกษาที่กล่าวมา และเมื่อนำผล O-NET ในรายวิชาวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ ก็พบว่ามาตรฐาน ว 4.2 ซึ่งเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ที่ผู้เรียนนั้นต้องเข้าใจ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม (Ministry of Education, 2008, p. 116) มีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศ โดยพบว่า ในปีการศึกษา 2556-2558 มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 มีคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศร้อยละ 23.77, 18.06 และ 30.72 ตามลำดับ และโรงเรียนแสนสุขมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 20.11, 17.86 และ 26.36 ตามลำดับ (National Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2016) ดังนั้น สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติจึงได้ให้ข้อเสนอแนะว่าโรงเรียนควรเร่งพัฒนามาตรฐาน ว 4.2 และเมื่อวิเคราะห์มาตรฐาน ว 4.2 ก็พบว่า มีเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องของลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ซึ่งในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้น มาตรฐาน ว 4.2 จะครอบคลุมเนื้อหาในเรื่องของโมเมนตัมและการชน การเคลื่อนที่ในแนวตรง การเคลื่อนที่แบบหมุน การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยเนื้อหาดังกล่าวนี้อาจเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ในเรื่องของกลศาสตร์ต่อไป

เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน ก็พบว่าในส่วนของ การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนนั้น นักเรียนยังไม่มีขั้นตอนในการคิดแก้โจทย์ปัญหาว่าควรจะเริ่มจากตรงไหนก่อน และยังเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ กับหลักการทางฟิสิกส์ไม่ค่อยได้ นอกจากนี้ ในการจัดการเรียนการสอนของครูเองยังเน้นวิธีการสอนแบบบรรยาย ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายที่จะเรียน สอดคล้องกับแนวความคิดของ Limtasiri (2013, p. 174) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนยังมุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาวิชามากกว่า การเรียนรู้จากสภาพที่เป็นจริง ขาดการเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาการคิด วิเคราะห์ วิจัย สังเคราะห์ ประเมินค่า การแสดงความคิดเห็น และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และครูควรส่งเสริมให้เด็กแสวงหาความรู้และเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา และ Maensanguan (2013, p. 169) ยังได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้

นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถเผชิญกับสถานการณ์ของปัญหาที่แตกต่างกันออกไป โดยผู้สอนควรใช้เทคนิคการเรียนรู้และวิธีการสอนที่มีความหลากหลาย ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ครูควรสอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาเข้าไปสู่กระบวนการเรียนการสอนทุกครั้ง

โดยกระบวนการแก้ปัญหาที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya, 1957, pp. 16-17) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นปฏิบัติตามแผน และ 4) ขั้นตรวจสอบ โดยขั้นตอนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนของโพลยาจะเป็นรูปแบบที่มีความต่อเนื่องและเกี่ยวเนื่องกันในทุกขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีการวางแผนและกำกับการทำงานได้อย่างต่อเนื่อง (Makhanong, 2010, p. 41) ดังเห็นได้จากผลการวิจัยของ Sintunawa, et al. (2016, p. 238) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2008, p. 14) ยังได้ให้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเองว่าครูควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่ง Dechakhup (2002, p. 73) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้นานขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อให้นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและสนุกสนานไปกับการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาหา สืบถาม ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย และสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ruangsomsamai (2013, pp. 79-80) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พบว่า ทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) และเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนได้มีบทบาทในกิจกรรมการเรียนการสอน และยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้นักเรียนยังได้ฝึกการวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยามาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการชน ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาการเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสนสุข ภาควิชาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 81 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบละความสามารถของผู้เรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสนสุข ภาควิชาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 41 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา

2.2 ตัวแปรตาม คือ 1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนแสนสุข ประกอบด้วย 1) โมเมนตัม 2) การดล 3) แรงดล 4) กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม 5) การชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่น และ 6) การชนใน 1 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่น

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design (Worakham, 2016, p. 142) ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีดำเนินการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมินผล โดยในขั้นขยายความรู้จะแทรกเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาเข้ามาร่วมด้วย

1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ซึ่งเป็นแบบ อัตนัย จำนวน 4 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .50 - .72 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .23 - .40 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .66

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ครอบคลุม 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .25 - .63 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 - .69 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .88

2. วิธีดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยมีวิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

2.1 แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว

2.3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาด้วยตนเอง ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

2.4 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ (ฉบับเดิม) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

2.5 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

3. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1)

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2)

3.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3)

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง โมเมนตัมและการชน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	$\bar{X}$	SD	t	p
หลังเรียน	41	28	19.6	20.51	3.257	1.794*	.04

*p < .05

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง โมเมนตัมและการชน ก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาก่อนเรียนและหลังเรียน

พฤติกรรมที่วัด	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		t	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
1. ความรู้ความจำ	1.93	0.905	3.80	1.054	8.279*	.000
2. ความเข้าใจ	1.17	0.738	1.63	0.488	3.815*	.000
3. การนำไปใช้	3.66	1.477	7.17	1.621	11.300*	.000
4. การวิเคราะห์	0.27	0.449	0.63	0.488	3.762*	.001

พฤติกรรมที่วัด	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		t	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
5. การสังเคราะห์	0.44	0.502	0.80	0.401	3.354*	.001
6. การประเมินค่า	0.27	0.449	0.51	0.506	2.504*	.008
รวม	7.73	2.470	14.56	1.831	16.190*	.000

*p < .05

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และเมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เป็นรายด้าน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกด้าน

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง โมเมนตัมและการชน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	$\bar{X}$	SD	t	p
หลังเรียน	41	20	14	14.56	1.831	1.962*	.0285

*p < .05

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาที่ใช้ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาเข้ามาแทรกในชั้นที่ 4 ขึ้นขยาย

ความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบขั้นตอน โดยมีกระบวนการ ดังนี้ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะพิจารณาและบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ และโจทย์ต้องการให้เราทำอะไร 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา หลังจากนักเรียนทราบแล้วว่าโจทย์ต้องการให้ทำอะไรและเรามีข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้แล้ว ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะพิจารณาและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ให้หาว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร โดยการอธิบายให้อยู่ในรูปของสมการที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาที่เราต้องการหาคำตอบ 3) ขั้นปฏิบัติตามแผน ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้จากขั้นตอนที่แล้ว โดยการแทนค่าตัวแปรต่างๆ ลงในสมการ เพื่อหาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการหาคำตอบ และ 4) ขั้นตรวจสอบ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับคำตอบที่ได้ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนที่ได้กล่าวมานั้น จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Naoyenphon (1995, pp. 78-79) ที่กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนของครูที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา จะช่วยให้นักเรียนเกิดแนวความคิดในการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาที่กำหนดให้ และส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา ช่วยให้เกิดแนวความคิดในการหาวิธีการในการแก้ปัญหาลำดับขั้น ส่งเสริมให้ได้พัฒนาความสามารถในการลงมือทำตามแผน ซึ่งจะเป็นการพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การวิเคราะห์ และสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินการตามแผนเพื่อหาคำตอบ และส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เพื่อเป็นการช่วยย้าให้นักเรียนมีความรอบคอบ นอกจากนี้หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาเสร็จแล้วทุกครั้ง ผู้วิจัยจะให้แบบฝึกหัดนักเรียนกลับไปทำทุกครั้ง เพื่อเป็นการให้นักเรียนได้ฝึกและทบทวนการแก้โจทย์ปัญหาในเนื้อหานั้นๆ ให้ได้อย่างคล่องแคล่วขึ้น และผลจากการที่ให้นักเรียนได้ฝึกทำแบบฝึกหัดทุกครั้งหลังจากที่เรียนเสร็จ จะช่วยทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบขั้นตอนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Thipkhong (2001, p. 14) ที่กล่าวว่า ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหอย่างสม่ำเสมอจะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงส่งผลทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำนองเดียวกับผลการวิจัยของ Chuenchob (2006, p. 59) ที่เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหทางฟิสิกส์ ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหตามเทคนิคของโพลยา มีความสามารถในการแก้ปัญหทางฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทำนองเดียวกับผลการวิจัยของ Seenama (2014, p. 76) ที่เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหทาง

คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพินิจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา เป็นการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง จนเกิดความรู้ความเข้าใจ ซึ่งการที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองนั้น จะทำให้นักเรียนเข้าใจและจดจำองค์ความรู้ที่ได้ในระยะยาว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ ไม่ว่าจะป็นสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองปัญหาพินิจที่ครูกำหนดขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่ชัดเจนและถูกต้องก็จะส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพินิจของนักเรียนด้วย ซึ่งการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะทำให้นักเรียนจดจำความรู้ได้นานขึ้น อีกทั้งการค้นพบด้วยตนเองยังเป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ และช่วยพัฒนาอัตมโนทัศน์แก่ผู้เรียน (Dechakhup, 2002, p. 73) นอกจากนี้การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นานขึ้น สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Moonkham & Moonkham, 2003, p. 142) นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา เป็นการนำขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน ซึ่งได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นปฏิบัติตามแผน และ 4) ขั้นตรวจสอบ มาแทรกในชั้นขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งในชั้นขยายความรู้ที่จะต้องนำเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยามาใช้ร่วมด้วยนั้น นอกจากนักเรียนจะได้ฝึกการคิดคำนวณแล้ว นักเรียนยังได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาอีกด้วย และจากการที่นักเรียนได้ใช้เทคนิคของโพลยาอย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบขั้นตอน และช่วยให้ให้นักเรียนได้ฝึกการคิด วิเคราะห์โจทย์ปัญหา แสดงวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบด้วยตัวเองได้ ซึ่งเมื่อนักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ดีจึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพินิจสูงขึ้นและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นด้วย ทำนองเดียวกับผลการวิจัยของ Chuenchob (2006, p. 59) ที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพินิจ ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพินิจหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพินิจหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทำนองเดียวกับผลการวิจัยของ Dramaee (2015, p. 88) ที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพินิจ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพินิจหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนนั้น ครูควรเน้นชั้นปฏิบัติตามแผนและขั้นตรวจคำตอบ เนื่องจากชั้นปฏิบัติตามแผนเป็นขั้นที่นักเรียนผิดพลาดในส่วนของคำตอบได้บ่อย และในขั้นของการตรวจสอบก็พบว่านักเรียนล้มที่จะตรวจสอบคำตอบบ่อยมาก ดังนั้นครูจึงต้องฝึกการคำนวณควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา และคอยย้ำให้นักเรียนตรวจคำตอบจนเคยชิน

1.2 ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ครูควรฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์วิธีการดำเนินการที่ใช้ในการแก้ปัญหาด้วยโจทย์ที่หลากหลายมากขึ้น เนื่องจากโจทย์ฟิสิกส์เป็นโจทย์ที่ยากและซับซ้อน และบางครั้งต้องอาศัยการวิเคราะห์ถึงวิธีที่จะใช้ดำเนินการในการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งวิธีขึ้นไป

1.3 สำหรับตัวอย่างโจทย์ปัญหาฟิสิกส์สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสภาพของผู้เรียน เช่น ถ้าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ที่ดีในระดับหนึ่ง ครูก็อาจจะใช้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่มีความซับซ้อนของคำถามขึ้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคนที่ทำได้ยากลองทำ แต่ถ้าผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้อ่อนถึงปานกลางอาจจะใช้โจทย์ที่ไม่ค่อยมีความซับซ้อนของคำถามมากนัก และในระหว่างเรียนผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจที่จะอยากแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ตามเทคนิคของโพลยา

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาในเนื้อหาฟิสิกส์อื่นๆ เพื่อฝึกให้นักเรียนมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง

2.2 ควรใช้แบบแผนการทดลองแบบอื่นๆ โดยอาจทำกับนักเรียนหลายกลุ่มแล้วเปรียบเทียบวิธีการจัดการเรียนรู้ หรืออาจจะวัดผลเป็นระยะๆ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง เพื่อดูพัฒนาการและเพื่อให้ผลการวิจัยครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างให้กว้างขึ้น และมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

References

- Chuenchob, O. (2006). *Development of physics achievement and physics problem solving skill of Matthayomsuksa IV students using inquiry method of teaching enhanced by polya's problem solving technique* (Master thesis). Chonburi: Burapha University. [in Thai]
- Dechakrup, P. (2002). *Science teaching behavior*. Bangkok: Institute of Academic Development. [in Thai]
- Draae, A. (2015). *Effects of inquiry-based approach and polya's problem solving on physics achievement and problem solving ability of grade 12 students* (Master thesis). Songkla: Prince of Songkla University. [in Thai]
- Khochongdi, P. Teacher at Saensuk School. (2016, February 15). *Interview*. [in Thai]

- Limtasiri, O. (2013). *Curriculum and instruction in elementary school* (6th ed.). Bangkok: Ramkhamhaeng University Press. [in Thai]
- Maensanguan, S. (2013). *Mathematics teaching behavior 2* (2nd ed.). Bangkok: Ramkhamhaeng University Press. [in Thai]
- Makhanong, A. (2010). *Skills and mathematical processes*. Bangkok: Chulalongkorn Printing. [in Thai]
- Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum (A.D.2008)*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand Printing. [in Thai]
- Moonkham, S., & Moonkham, O. (2003). *21 Learning management for development thinking process* (4th ed.). Bangkok: Parbpim Printing. [in Thai]
- Naoyenphon, P. (1995). *Mathematical problem solving: the development of computation skill of elementary school students*. Bangkok: Chulalongkorn Printing. [in Thai]
- National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2016). *The Result of the Ordinary National Educational Testing (O-NET) of academic year 2016*. Retrieved May 14, 2016, from <http://www.niets.or.th/> [in Thai]
- Polya, G. (1957). *How to solve it* (2nd ed.). New York: Doubleday & Company.
- Ruangsomsamai, S. (2013). *The effect implementing learning management by inquiry cycle (5E's) on the science problem solving ability and science learning achievement of Matthayomsuksa I students Wat Songtham School Samutprakarn Province* (Master thesis). Bangkok: Dhonburi Rajabhat University. [in Thai]
- Seenama, P. (2014). *the development of learning activity package by using polya solving problem process on linear programming for Mathayomsuksa VI students* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University. [in Thai]
- Sintunawa, P., Nualpang, K., & Angganapattarakajorn, V. (2016). The effects of student team achievement divisions learning activity and polya problem solving process on mathematics problems solving ability of Pratomsuksa 5 students. *Journal of Education Naresuan University*, 18(4), 238-250. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2008). *The mathematical skills*. Bangkok: Charoen Printing. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2010). *Teacher's manual*. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao. [in Thai]
- Thipkhong, S. (2001). *Problem solving*. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao. [in Thai]
- Worakham, P. (2016). *Educational research* (8th ed.). Maha Sarakham: Takkasila Printing. [in Thai]