OJED, Vol. 11, No. 1, 2016, pp. 253 - 265

O J E D
An Online Journal
of Education
http://www.edu.chula.ac.th/ojed

วารสารอิเล็กทรอนิกส์
ทางการศึกษา

ผลของการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

EFFECTS OF USING STEPANS' CONCEPTUAL CHANGE MODEL ON CONCEPTS AND ABILITY IN APPLYING PHYSICS KNOWLEDGE OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

นายชัยยุทธ สุขวัจนี *

Chaiyut Sukwadjanee

ผศ.ดร.อลิศรา ชูชาติ **

Asst. Prof. Alisara Chuchat, Ph.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษามโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์และกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป 3) ศึกษาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์และกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนร้อยละ 72.08 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อยู่ในระดับดี (2) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์หลังเรียนร้อยละ 62.46 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อยู่ระดับพอใช้ (4) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: chaiyutgive@gmail.com

**อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: Alisara.C@Chula.ac.th

ISSN1905-4491

Abstract

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were (1) to study the physics concepts of upper secondary school students after learning physics by using Stepans' conceptual change model, (2) to compare the physics concepts of upper secondary school students between groups of students learning by using Stepans' conceptual change model and groups of students by using a conventional model of instruction, (3) to study the ability in applying the physics knowledge of upper secondary school students after learning physics by using Stepans' conceptual change model, and (4) to compare the ability in applying physics knowledge of upper secondary school students between groups of students learning by using Stepans' conceptual change model and groups of students using a conventional model of instruction. The samples were two classes of grade 11 students at an extra-large school in the Secondary Educational Service Area Office 3 during the first semester of academic year 2016. The research instruments were comprised of tests on physics concepts with a reliability score of 0.82 and ability in applying physics knowledge with a reliability score of 0.85. The collected data were analyzed by means score, percentage means score, standard deviation and a t-test.

The research findings are summarized as follows: (1) After the experiment, the percentage mean score of physics concepts of upper secondary school students was 72.08, which was higher than the criterion set at 70 percent. (2) The mean scores of physics concepts of upper secondary school students were higher than that of the control group at a level of significance of 0.05. (3) After the experiment, the percentage mean score of ability in applying physics knowledge of upper secondary school students was 62.46, which was lower than the criterion set at 70 percent. (4) The mean scores of the ability in applying physics knowledge of upper secondary school students was higher than that of the control group at the level of significance of 0.05.

คำสำคัญ: การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์/มโนทัศน์ฟิสิกส์/ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์

KEYWORDS: STEPANS' CONCEPTUAL CHANGE MODEL / PHYSICS CONCEPTS / ABILITY IN APPLYING PHYSICS KNOWLEDGE

บทนำ

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญยิ่งต่อสังคมโลกและเป็นแรงขับเคลื่อนที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ได้อย่างกว้างขวางและนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์อย่างมหาศาล กล่าวคือเพิ่มความหวังในการรักษาโรคต่างๆและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรที่เพิ่มมากขึ้น เทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาขึ้นสามารถลดการใช้แรงงานจากมนุษย์ก่อให้เกิดการขยายตัวเป็นอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น (UNESCO: 1999) โดยเฉพาะในวิชาฟิสิกส์องค์ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางดังที่ Bloomfield (2006) ได้กล่าวไว้ว่า "โลกรอบตัวมีเทคโนโลยีมากมายที่ใช้กันในชีวิตประจำวัน เทคโนโลยีเหล่านั้นล้วนใช้หลักการ

ของฟิสิกส์ เราสามารถเข้าใจและทำนายผลของเทคโนโลยีเหล่านั้นได้ถ้าเราเข้าใจหลักการของฟิสิกส์” ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่มีคุณภาพให้กับเยาวชนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีความสำคัญในการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าของประเทศ

การเรียนรู้และเข้าใจวิชาฟิสิกส์ได้นั้นสิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ ความเข้าใจในมโนทัศน์ในวิชาฟิสิกส์ที่ถูกต้องและชัดเจน ดังที่ Martin et al. (2005; 21) กล่าวว่า “มโนทัศน์มีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการเรียนวิทยาศาสตร์ต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยสังเกตข้อเท็จจริงรวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ที่พบในชีวิตของบุคคลทั่วไป มีการจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการที่นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้จะช่วยให้นักเรียนสามารถระบุชื่อของสิ่งต่างๆในธรรมชาตินำไปสู่การจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบและสามารถนำไปอธิบายหรือทำนายการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นได้” ดังที่กล่าวมานั้นมโนทัศน์จึงเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญในวิชาฟิสิกส์เพราะเป็นความรู้ที่นักเรียนจะใช้เพื่อทำความเข้าใจวิชาฟิสิกส์และต่อยอดเป็นองค์ความรู้ที่สูงขึ้นต่อไปได้

การจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ในประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ได้กำหนดจุดประสงค์ประการหนึ่งในการเรียนการสอนฟิสิกส์ไว้ กล่าวคือ “เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ” ดังนั้น ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์จึงมีความสำคัญและควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน สอดคล้องกับ Penick (1984) ที่ได้กล่าวว่า ในอนาคตพลเมืองจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้ในชีวิตของบุคคลทั่วไป นักเรียนจะต้องเข้าใจบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะไม่มีความหมายหากนักเรียนไม่สามารถนำความรู้มาใช้ในสถานการณ์จริงได้” ดังนั้นความสามารถในการประยุกต์ความรู้จึงนับว่ามีความสำคัญและควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีการระบุวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยศึกษาเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นรอบตัวผู้เรียนและพยายามหาสูตรสำเร็จที่สามารถคาดเดาปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นจนสามารถเอาไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ทุกวันนี้นักเรียนรับรู้ว่าการเรียนฟิสิกส์คือการท่องจำสูตร ตีโจทย์ปัญหาให้แตกและพยายามนำค่าต่างๆที่โจทย์ให้ไปแทนในสูตรที่จำมาเพื่อให้ได้คำตอบที่ตรงกับเฉลยของครู (กลชาญ อนันตสมบูรณ์, 2547) การที่นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาฟิสิกส์โดยการท่องจำเพื่อนำไปแก้โจทย์ปัญหาเพียงอย่างเดียวทำให้นักเรียนมีระดับความรู้ความเข้าในในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ที่ไม่เพียงพอที่จะประยุกต์มโนทัศน์ฟิสิกส์ได้ (Chi, Feltovich and Glaser, 1981: 121; Heller and Reif, 1982: 2-16; Jennifer, 2002: 4) จึงสรุปได้ว่าการที่นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์เกิดจากการที่นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ที่ไม่ชัดเจนเพียงพอ นอกจากนี้ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์นั่นคือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นการที่ครูจะสอนฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Ozkan and Selcuk, 2013: 2)

เมื่อพิจารณาผลการประเมินรายวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาฟิสิกส์ในการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ได้แก่ ผลการสอบ 7 วิชาสามัญ ในวิชาฟิสิกส์พบว่าคะแนนสอบของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เฉลี่ยร้อยละทั่วประเทศประจำปีการศึกษา 2557 2558 และ 2559 คือ 28.29 26.73 และ 22.90 คะแนน ตามลำดับจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ) ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 เช่นกัน เมื่อพิจารณาเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและจังหวัดนนทบุรี พบว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละรายกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของการทดสอบระดับชาติ ปีการศึกษา 2555 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ผลการสอบ O-NET) เท่ากับ 34.19 คะแนนซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานคือร้อยละ 50 (สำนักทดสอบทางการศึกษา) จากผลการทดสอบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นผลการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และวิชาฟิสิกส์ของประเทศไทยยังไม่ประสบผลสำเร็จ นักเรียนยังคงมีความรู้และความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับต่ำ โรงเรียนยังไม่สามารถจัดการศึกษาที่มีคุณภาพเพียงพอ จึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องปรับปรุงและยกระดับการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพนักเรียนต่อไป

การจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้น Costu และคณะ (2007) ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์เพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องการเดือดของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยทำการทดสอบเพื่อหาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จากนั้นนำมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษามาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้น พบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์มีผลต่อความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักศึกษา โดยคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ Uzunitiyaki และ Geban (2005) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์เรื่องสารละลายของนักเรียนชั้นเกรด 8 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศาสตราจารย์ Jeseph Stepan ศาสตราจารย์ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัย ไวโอมิง ได้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ ในปี ค.ศ. 1994 มีจุดประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (Schmidt et al. 2006) โดยใช้แนวคิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Posner และคณะ (1982) ที่เสนอเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ 4 ข้อ คือ 1) ไม่พอใจมโนทัศน์ของนักเรียน 2) มโนทัศน์ที่มาแทนที่มโนทัศน์ของนักเรียนต้องสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจน 3) มโนทัศน์ใหม่มีความเป็นไปได้โดยไม่ขัดแย้งกับหลักความรู้ทั่วไป 4) มโนทัศน์ใหม่ต้องมีประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น โดยได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นมุ่งมั่นต่อผลลัพธ์ (Commit to an outcome) เป็นขั้นวิเคราะห์สถานการณ์และตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ 2) ขั้นแสดงความเชื่อ (Expose beliefs) เป็นขั้นแสดงความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนซึ่งอาจเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 3) ขั้นตรวจสอบความเชื่อ (Confront beliefs) เป็นขั้นทดสอบความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนจากการทำการทดลอง 4) ขั้นปรับมโนทัศน์ (Accommodate the concept) เป็นขั้นปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและสร้างเป็นมโน

ทัศน์ที่ถูกต้องโดยวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ของนักเรียนกับสิ่งที่สรุปได้จากการทดลอง 5) ขั้นขยายมโนทัศน์ (Extend the concept) เป็นขั้นนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปอธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน 6) ขั้นต่อยอดมโนทัศน์ (Go beyond) เป็นขั้นนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์กับสถานการณ์ที่แตกต่างจากสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

จากแนวคิด สภาพปัญหา และงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการนำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ในวิชาฟิสิกส์ อันจะเป็นแนวทางที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ฟิสิกส์ได้ดีเป็นพื้นฐานที่ดีในการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับสูงต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษามโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อศึกษาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Posttest Design คือ มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์และกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนฟิสิกส์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีสอนแบบทั่วไป มีการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จำนวน 2 ห้องเรียน ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยเลือกห้องเรียนของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เนื่องจากโรงเรียนมีการจัดห้องเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยคละความสามารถจำนวน 5 ห้องเรียน จึงเลือกห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ใกล้เคียงกันจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ม.5/3 และ ม.5/4 จากนั้นดำเนินการทดสอบความเท่าเทียมของกลุ่มตัวอย่างโดยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียน ม.4/3 และ ม.4/4 มาหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบด้วยสถิติทดสอบที (Independent-Sample t-test) พบว่าทั้ง

สองห้องไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงใช้การจับฉลากเลือกห้องเพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ได้กลุ่มทดลองคือห้อง ม.5/3 และกลุ่มเปรียบเทียบคือห้อง ม.5/4

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบสองมิติ ซึ่งมี 2 ประเภท คือ 1) แผนการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์สำหรับกลุ่มทดลอง 2) แผนการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปสำหรับกลุ่มเปรียบเทียบ ประเภทละ 8 แผน จำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ประกอบด้วย 2 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทใช้เก็บข้อมูลเป็นรายบุคคล ดังนี้

1) แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์

แบบวัดเป็นข้อคำถาม 2 ตอน จำนวน 20 ข้อ โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นส่วนสนับสนุนคำตอบเป็นแบบอัตนัย โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกทั้งในส่วนข้อคำถามเชิงเนื้อหาได้ 2 คะแนน ถ้าตอบถูกเฉพาะข้อคำถามได้ 1 คะแนน ถ้าตอบถูกเฉพาะส่วนเหตุผลหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน รวม 40 คะแนน

2.แบบวัดการประยุกต์ความรู้

แบบวัดการประยุกต์ความรู้ ใช้แบบวัดแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 10 คะแนน รวม 30 คะแนน ประกอบด้วยสถานการณ์ทั้งหมด 3 สถานการณ์ ซึ่งคำถามจะเกี่ยวกับการประยุกต์ความรู้ในบริบทของชีวิตของบุคคลทั่วไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิค 3 ด้านคือ 1) ความครบถ้วนของข้อความรู้ 2) ความถูกต้องของข้อความรู้ 3) การอธิบายการประยุกต์ข้อความรู้กับสถานการณ์ที่กำหนด

การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการทดลอง

1.1 กลุ่มทดลอง

แนะนำวิชาเรียน วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน และการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ ในประเด็นดังต่อไปนี้

1) ลักษณะและขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์

2) บทบาทของนักเรียนขณะดำเนินการสอน

1.2 กลุ่มเปรียบเทียบ

แนะนำวิชาเรียน ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนตามการปฏิบัติของการเรียนการสอนแบบทั่วไป

2. ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ และสอนกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้แผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ จำนวนคาบ 16 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

3. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง หลังจากดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนการสอนแล้ว โดยผู้วิจัยจะทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบวัดมโนทัศน์และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ฟิสิกส์ใช้เวลา 60 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ดังนี้

1) สถิตเชิงพรรณนา โดยสถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2) สถิติอ้างอิง โดยสถิติที่ใช้คือ สถิติทดสอบทีแบบทางเดียว (One-tail Independent Sample t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบของคะแนนมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย นำเสนอผลการวิจัยเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. มโนทัศน์ฟิสิกส์

1.1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ร้อยละ 72.08 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 อยู่ในระดับดี

1.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบพบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ของของนักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.83 คะแนน ซึ่งสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.61 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์

2.1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ร้อยละ 62.47 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 อยู่ในระดับพอใช้

2.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบพบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.74 คะแนน ซึ่งสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ในวิชาฟิสิกส์ พบว่า ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์ฟิสิกส์และมีความความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ ซึ่งได้อภิปรายตามลำดับดังนี้

1. มโนทัศน์ฟิสิกส์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 สอดคล้องกับ Costu และคณะ (2007) ที่พบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์มีผลต่อความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักศึกษา โดยคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ Uzunitiyaki และ Geban (2005) ที่ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของการที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

การที่นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความเชื่อเดิมซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการจัดการเรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ในขั้นที่ 2 คือ ขั้นแสดงความเชื่อ ทำให้นักเรียนตระหนักเกี่ยวกับความเชื่อเดิมซึ่งอาจเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเอง โดยนักเรียนได้มีโอกาสการแลกเปลี่ยนและอภิปรายเกี่ยวกับความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนภายในกลุ่มซึ่งจะช่วยให้นักเรียนตระหนักได้ว่าภายในกลุ่มมีความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนที่หลากหลาย โดยนักเรียนอาจเกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ได้หากความเชื่อหรือมโนทัศน์ของนักเรียนของสมาชิกในกลุ่มสามารถอธิบายสถานการณ์ได้ดีกว่า ดังที่ Posner และคณะได้กล่าวว่าเงื่อนไขข้อที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนมโนทัศน์คือ ความไม่พอใจในมโนทัศน์ของนักเรียน (Dissatisfation) นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบความเชื่อ นักเรียนได้มีโอกาสทดสอบความเชื่อจากการทำการทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะสามารถเห็นความแตกต่างระหว่างผลสรุปจากการทดลองกับความเชื่อเดิมของตนว่ามีความขัดแย้งกัน การจัดการเรียนการสอนในขั้นที่ 4 ขั้นปรับมโนทัศน์ แม้ว่านักเรียนเกิดความขัดแย้งหรือไม่พอใจในมโนทัศน์ของตน แต่นักเรียนจะยังไม่สามารถเปลี่ยนมโนทัศน์ได้ถ้านักเรียนยังไม่สามารถสร้างมโนทัศน์ใหม่ที่สามารถอธิบายสถานการณ์นั้นได้ โดย Posner และคณะ (1982) เสนอว่ามโนทัศน์ใหม่มาแทนที่มโนทัศน์ของนักเรียนนั้นจะต้องสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจน (Intelligible) กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถทำความเข้าใจและสร้างตัวแทนที่มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้นได้ มโนทัศน์ใหม่ต้องมีความเป็นไปได้

(Plausible) กล่าวคือเป็นมโนทัศน์ที่ไม่ขัดแย้งกับข้อความรู้หลักโดยทั่วไป ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนขั้นนี้ครูจะเป็นผู้นำอภิปรายช่วยให้นักเรียนเกิดการปรับเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องโดยอาจให้นักเรียนวิเคราะห์สาเหตุเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างความเชื่อของนักเรียนและสิ่งที่สังเกตได้จากการทดลอง ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายสถานการณ์เหล่านั้นด้วยตนเองโดยอาจศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ จากนั้นครูนำสรุปเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้จัดการเรียนการสอนและมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการศึกษามโนทัศน์

2. ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์

จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์นั้นช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ได้โดยในกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 สามารถอภิปรายได้ดังนี้

การจัดการเรียนการสอนโดยในรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์นั้นนักเรียนได้ฝึกการประยุกต์ความรู้ในทุกครั้งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ นักเรียนได้ฝึกการนำความรู้ฟิสิกส์ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่จัดการเรียนการสอนและและขั้นที่ 6 ขั้นต่อยอดมโนทัศน์ นักเรียนได้ฝึกประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่แตกต่างและมีความซับซ้อนกว่าสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนที่ด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์นั้นมีคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ยังมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 เนื่องจากความสามารถในการประยุกต์ความรู้เป็นทักษะที่ต้องได้รับการฝึกฝนด้วยตัวอย่างที่หลากหลายเป็นระยะเวลาที่นานเพียงพอจึงจะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะความสามารถในการประยุกต์ความรู้ได้อยู่ในระดับดี นอกจากนี้เนื่องจากลักษณะแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้เป็นแบบวัดแบบอัตนัยซึ่งมีการกำหนดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนได้มีการประยุกต์ความรู้ ถ้านักเรียนไม่รู้จักหรือไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นก็มีผลให้คะแนนน้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ครูควรทำเข้าใจในประเด็นดังต่อไปนี้

1.1 ก่อนจัดการเรียนการสอนครั้งแรกครูควรฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นสำหรับการจัดการเรียนการสอน เช่น ทักษะอภิปรายภายในกลุ่ม ทักษะการประยุกต์ความรู้ โดยครูอาจนำเสนอสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะดังกล่าวก่อนทำการจัดการเรียนการสอนจริง

1.2 ในการออกแบบการจัดการสอนควรศึกษาค้นคว้ามโนทัศน์ที่นักเรียนมักมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเพื่อนำมาออกแบบสถานการณ์ให้นักเรียนแสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน

1.3 ครูควรให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตน โดยอาจเขียนลงในกระดาษ เมื่อจัดการเรียนการสอนแล้วให้นักเรียนแต่ละคนอภิปรายผลการทดลองเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเองเป็นรายบุคคล

1.4 ในการทำให้นักเรียนเกิดทักษะการประยุกต์ความรู้ ครูควรให้ตัวอย่างสถานการณ์ที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการประยุกต์ความรู้ได้อย่างเพียงพอ

2) ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรนำผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ไปพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากในขั้นที่ 2 แสดงความเชื่อและขั้นที่ 3 ตรวจสอบความเชื่อ นักเรียนจะต้องอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์และผลที่สังเกตได้จากการทดลอง และในขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ และขั้นที่ 6 ขั้นต่อยอดมโนทัศน์ นักเรียนจะต้องนำมโนทัศน์ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการอธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กลชาญ อนันตสมบูรณ์. (2547). ทำไมนักเรียน ไม่อยากเรียนฟิสิกส์. *วารสารฟิสิกส์ไทย* 1(21), 14-15.

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. (2554). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11* Retrieved 9 เมษายน 2558, สืบค้นจาก www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=395

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). *ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์* (Vol. 1). กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย.

ทดสอบทางการศึกษา, สถาบัน. (2555). *ผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับชาติ ปีการศึกษา 2555 บทสรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย*,.Retrieved 20 พฤษภาคม 2558, สืบค้นจาก http://bet.obec.go.th/bet/wp-content/uploads/2014/01/s1.pdf

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2537). *คู่มือครูฟิสิกส์เล่มที่* 1 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2554). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน ฟิสิกส์ เล่ม* 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางและการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. Retrieved 9 เมษายน 2558, สืบค้นจากwww.curriculum51.net/upload/cur_20081218150852.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *ผลการประเมิน* PISA *2012 คณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพมหานคร: สสวท.

อวยพร เรืองตระกูล. (2553). *สถิติประยุกต์ทางพฤติกรรมศาสตร์ 1:* สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Bloomfield, L. A. (2006). *How things work. The physics of everyday life*. U.S.A.: John Wiley & Sons.

Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology, 21*(1), 13.

Carey, S. (2009). *The origin of concept*. New York: Oxford university press.

Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glasner, R. (1981). Categorization and representation of physics problem by expert and novices. *Cognitive Science, 5*, 121-152.

Costu, B., Ayas, A., Niaz, M., Unal, S., & Calik, M. (2007). Facilitating conceptual change in student' understanding of boiling concept. *Jorunal of science education and technology, 16*, 524-536.

DiSessa, A. A. (2006). A history of conceptual change research: threads and fault lines *The Cambridge handbook of the learning science* (pp. 265-282): Cambridge university press.

Ebel, R. L. (1986). *Essential of education measurement*. New Jersey: Prentic-Hall.

Enger, S. K., & Yager, R.E. (2001). *Assessing student understanding in Science: A standards based K*-12 *handbook*. Thousand Oaks, Calif: Corwin Press.

Gate, F. L. (2010). *The effect of using the conceptual change model to dispel misconceptions in science in elementary children.* (Master), Montana State University.

Griffith, W. T., & Brosing, J.W. (2015). *The physics of everyday phenomena. A conceptual introduction to physics*. New York McGraw-Hill education.

Hassard, J., & Dias, M. (2009). *The art of teaching science inquiry and innovation in middle school and high school*. New York Routledge 270 Madison Ave.

Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001) Computer simulations inphysics teaching and learning: A case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers and Education*, *36*, 183-204

Klausmeier, H. J., & Ripple, R. E. (1971). *Learning and human abilities: educational psychology*. New York: Haeper international edition.

Lawson, A. E. (2000). What kind of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in science Teaching, 9*, 996-1018.

Matin et al. (2005). *Teaching science for all children: Inquiry method for constructing understanding*. Boston: Pearson.

McDonald, F. J. (1960). *Education Psycology*. San Francisco: Wandsworth publishing.

Nitko, A. J., & Brookhart, S. M. (2011). *Education assessment of students*. Boston: Pearson education.

Odum, A. L., & Kelly, P. V. (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concept to high school biology student. *Science education, 85*.

Ozkan, G., & Sezgin, G. S. (2013). The use of conceptual change texts as class material in the teaching of Sound in physics *Asia-Pacific forum on science learning and teaching*.

Penick. (1984). Science at work in the real world. Retrieved May 19, 2015, from www.ascd.org

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory conceptual change. *Science Education, 66*, 211-227.

Stepans, J. (2006). *Targeting students' science misconceptions physical science concepts using the conceptual change model*. Lincoln: Showboard publication.

Stepans, J. I., & Schmidt, D. L. (2009). From Wyoming to Florida, they ask, "Why wasn't taught this way?." Inquiry: the key to exemplary science. *National Science Teachers Association*.

Unesco. (1999). *Declaration on science and the use of scientific knowledge*. Paper presented at the The world conference on science. www.unesco.org/science/wcs/eng/declaration_e.htm#development

Uzuntiryyaki, E., & Geban, O.,. (2005). Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts *Instructional Science, 33*, 311-339.

Vosniadou, S. (2007). The conceptual change approach and its re-framing. Reframing the conceptual change approach in learning and instruction. *Elsevier*.

Zirbel, E. L. (2004). Framework for conceptual change. *Astronomy education review, 1*(3), 62-76.