



การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสารระหว่างการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดโคกขาม (นรสิงห์อนุสรณ์)

A comparison of science learning achievement on Changing of matter by using The 5E Inquiry-Based Instructional Model (5Es) with Multimedia and The 5E Inquiry-Based Instructional Model (5Es) for Prathomsuksa 5 students at Wat Khok Kham School (Norasinganusorn)

มุกดาพรรณ พรธรรมคุณ¹ อัมพร วิจารณ์²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสารระหว่างการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) 3) เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการทดลองในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดโคกขาม (นรสิงห์อนุสรณ์) จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียนรวมทั้งหมด 62 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 31 คน เป็นกลุ่มทดลองใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดียและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 31 คน เป็นกลุ่มควบคุมใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) สื่อมัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2) แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร 30 ข้อ ที่มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.90 4) แบบประเมินทักษะการทดลอง แบบแผนการทดลองที่ใช้เป็นแบบแผนการทดลองแบบ Pretest Posttest Control Group Design ดำเนินการทดลองโดยใช้สื่อมัลติมีเดียที่ผ่านการหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ independent-Samples t-test และประเมินทักษะการทดลองด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) การสร้างและหาประสิทธิภาพ

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาพัฒนศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

² อาจารย์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง



ของสื่อมัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มี ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.87/78.78 ตามเกณฑ์ 75/75 2) การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดียทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร สูงกว่า รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนเกิดทักษะการ ทดลองในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ : สื่อมัลติมีเดีย, รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es), ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะการ ทดลอง

Abstract

The purpose of this research: 1) To create and find the effectiveness of multimedia science on changing of matter for Prathomsuksa 5 students according to the criteria of 75/75 2) To compare the learning achievement in science, changing of matter by using multimedia and the 5E inquiry-based instructional model (5Es) 3) To help students enhance their experimental skills in science learning about the change of matter. The population used in this research consists of 2 classrooms, altogether 62 people, semester 2 from Prathomsuksa 5 students at Wat Khok Kham School (Norasinganusorn), Samut Sakhon Province year 2019. The sample groups used in this research by using simple random sampling selection. The students of Prathomsuksa 5/1, consisting of 31 people are the experimental group by using the 5E inquiry-based instructional model (5Es) with multimedia. Moreover, the students of Prathomsuksa 5/2, consisting of 31 people are the control group using the 5E inquiry-based instructional model (5Es). The research tools are: 1) Multimedia science, changing of matter created by the researcher 2) Learning management plan of science on changing of matter 3) The achievement test includes 30 questions with an expected test average result of 0.90 4) Experimental skills assessment. The experimental method used is pretest posttest control group design. The experiment was conducted by using multimedia that has been tested for E_1/E_2 efficiency and the achievement of the experimental group and the control group were compared by using independent-samples t-test and experimental skills were assessed by using mean and standard deviation. The results of this research showed that: 1) The creation and efficiency of multimedia science on changing of matter for Prathomsuksa 5 students with an efficiency of (E_1/E_2) is equal to 77.87/78.78 followed by the criterion expected 75/75 2) Learning by using the 5E inquiry-based instructional model (5Es) with multimedia leads to higher success in teaching science on changing of matter than the 5E inquiry-based Instructional model (5Es) with statistical significance at the level of .05 3) Students have experimental skills in science on changing of matter concluding to be a good level.

Keywords : Multimedia, The 5E Inquiry-Based Instructional Model (5Es), learning achievement, experimental skills



ที่มาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางเพื่อการศึกษา พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ปัจจุบันการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล เนื่องจากนักเรียนยุคใหม่เติบโตมาพร้อมกับเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้นักเรียนมองเห็นการใช้เทคโนโลยีเป็นเรื่องปกติธรรมดาในชีวิตประจำวัน สื่อมัลติมีเดียนับเป็นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง ง่ายต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนสามารถผลิตได้ด้วยตนเอง เป็นสื่อที่ตอบสนองการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้อย่างดี

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนวัดโคกขาม (นรสิงห์อนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ที่ผ่านมามีปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ และทักษะการทดลองของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งจากการรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-Net ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ในภาพรวมระดับประเทศ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนวัดโคกขาม (นรสิงห์อนุสรณ์) ในปีการศึกษา 2559 ปีการศึกษา 2560 และปีการศึกษา 2561 ต่ำกว่าระดับประเทศและยังไม่ถึงร้อยละ 50 คือ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 36.68, 34.91 และ 38.10 ตามลำดับ นอกจากนี้คะแนนสอบวัดและประเมินผลรายปี ในรายวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนยังสอบได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ (เกณฑ์ผ่านร้อยละ 60) สูงถึงร้อยละ 70 อีกทั้งทักษะการทดลองของนักเรียนส่วนใหญ่เมื่อผ่านการประเมินพบว่ายังอยู่ในระดับปานกลางและยังต้องได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้น

จากผลคะแนนดังกล่าวสะท้อนให้เห็นปัญหาด้านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ยังต้องได้รับการพัฒนาและยกระดับให้ดีขึ้น เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำและทักษะการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง จากเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยคิดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องมีสื่อการสอนที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน จึงมีความจำเป็นที่ครูผู้สอนต้องรู้จักเลือกผลิตสื่อเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยคำนึงถึงความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละบทเรียนและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนมากที่สุด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างสื่อมัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาใช้ประกอบการเรียนการสอนร่วมกับรูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและเพื่อแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและทักษะการทดลองที่ต้องได้รับการพัฒนา โดยสร้างสื่อมัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอนร่วมกับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ระหว่างการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดียกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)
3. เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการทดลอง ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร



วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดโคกขาม (นรสิงห์อนุสรณ์) จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียนรวมทั้งหมด 62 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยการจับฉลาก นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 31 คน เป็นกลุ่มทดลองโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดียและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 31 คน เป็นกลุ่มควบคุม โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีการสอน ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดียและรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสารชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ระหว่าง 0.5 - 1.0 ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.2 - 0.8 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และผ่านการหาความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรการหาค่า KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ 0.90 เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจหลังการเรียนสิ้นสุดลง

2. สื่อมัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 เรื่อง ดังนี้ เรื่องที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสสาร เรื่องที่ 2 การระเหิดและการระเหิดกลับเรื่องที่ 3 การละลายของสารในน้ำ เรื่องที่ 4 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร เรื่องที่ 5 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ของสาร จากผลประเมินผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคุณภาพของนวัตกรรมสื่อมัลติมีเดียในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M=4.97$, $S.D.=0.04$) และนำไปหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดีย โดยการทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดีย แบบรายบุคคล (1:1:1) จำนวน 3 คน โดยเป็นนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแก่ 1 คน ปานกลาง 1 คน อ่อน 1 คน การทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดีย แบบกลุ่มย่อย (3:3:3) จำนวน 9 คน โดยเป็นนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแก่ 3 คน ปานกลาง 3 คน อ่อน 3 คน และการทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดีย แบบภาคสนาม (10:10:10) จำนวน 30 คน โดยเป็นนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแก่ 10 คน ปานกลาง 10 คน อ่อน 10 คน การหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียตามวิธีข้างต้นใช้นักเรียนซึ่งไม่เคยเรียนเนื้อหามาก่อนและเป็นนักเรียนที่ไม่เข้ากับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากนั้นหาค่าประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียโดยใช้สูตร E_1/E_2 (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2535)

3. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมี 2 รูปแบบคือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย จำนวน 5 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย นั้น จะมีการนำสื่อมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดเข้ามาใช้



ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) จากผลประเมินผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของของสสารโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($M=4.98$, $S.D.= 0.03$)

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) จำนวน 5 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) จะไม่ใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมในการจัดการเรียนการสอน แต่จะใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อตามปกติ เช่น เครื่องฉาย 3 มิติ เป็นต้น จากผลประเมินผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของของสสารโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($M=4.93$, $S.D.= 0.08$)

4. แบบประเมินทักษะการทดลอง เป็นแบบวัดความสามารถของผู้เรียนในการทำการทดลอง ได้แก่ การทดลองตามแผนที่กำหนด การใช้อุปกรณ์ได้และ/หรือเครื่องมือ การบันทึกผล การสรุปผลการทดลองและการดูแลและการจัดเก็บอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ ซึ่งวัดจากการประเมินทักษะการทดลองในรูปแบบบุริคส์ โดยมีระดับคุณภาพ 4 ระดับ และจากผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของแบบวัดทักษะการทดลอง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ($M=4.93$, $S.D.= 0.12$)

การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูล

1. แบบแผนการทดลอง การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบวิจัยชนิดสุ่มที่มีกลุ่มควบคุมและมีการทดสอบก่อนและหลัง (Randomized Control Group Pretest Posttest Design) โดยกลุ่มหนึ่ง เรียกว่า กลุ่มทดลอง ซึ่งสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร และอีกกลุ่มหนึ่ง เรียกว่า กลุ่มควบคุม ซึ่งสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในวันและเวลาเดียวกัน โดยใช้เวลาในการทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง

2.2 ดำเนินการทดลองโดยให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

ในการดำเนินการทดลองในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยจะประเมินเพื่อวัดทักษะการทดลองของผู้เรียน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไปด้วย โดยใช้แบบวัดทักษะการทดลอง

2.3 เมื่อกลุ่มทดลองสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย และกลุ่มควบคุมสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสารแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในวันเวลาเดียวกันโดยใช้เวลาในการทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง

2.4 นำคะแนนการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และคะแนนแบบวัดทักษะการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ร้อยละ และสูตร E_1/E_2
2. วิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ระหว่างการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดียกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที่ (t-test) แบบ independent-Samples t-test สำหรับการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างเดียวกันใช้การทดสอบค่าที่ (t-test) แบบ dependent-Samples t-test
3. วิเคราะห์ผลการประเมินทักษะการทดลอง โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัย

1. ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร วิชา วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

การทดลอง	จำนวนนักเรียน (คน)	แบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)		แบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)		ประสิทธิภาพ E_1/E_2
		ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ร้อยละ (E_1)	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ร้อยละ (E_1)	
รายบุคคล	3	37.00	74.00	22.33	74.44	74.00/74.44
กลุ่มย่อย	9	37.11	74.22	22.67	75.56	74.22/75.56
ภาคสนาม	30	38.93	77.87	23.63	78.78	77.87/78.78

จากตารางที่ 1 พบว่า สื่อมัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 77.87/78.78

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ระหว่างการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดียกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	จำนวน (n)	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่า t	Sig.
กลุ่มทดลอง	31	12.32	2.937	1.093	.279
กลุ่มควบคุม	31	11.45	3.325		

มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 คะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.32 และคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.45 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบของทั้งสองกลุ่ม พบว่า คะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มทดลอง

นักเรียน	จำนวน (n)	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่า t	Sig.
ก่อนเรียน	31	12.32	2.937	27.308	.000*
หลังเรียน	31	24.71	3.288		

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.32 คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.71 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มควบคุม

นักเรียน	จำนวน (n)	ค่าเฉลี่ย (X̄)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่า t	Sig.
ก่อนเรียน	31	11.45	3.325	20.486	.000*
หลังเรียน	31	20.71	3.580		

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่าคะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.45 คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.71 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	จำนวน (n)	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่า t	Sig.
กลุ่มทดลอง	31	24.71	3.288	4.528	.000*
กลุ่มควบคุม	31	20.71	3.580		

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 คะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.71 และคะแนนหลังเรียนของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.71 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบของทั้งสองกลุ่ม พบว่า คะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการประเมินทักษะการทดลอง เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสสาร วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 6 ผลการประเมินทักษะการทดลอง วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร

รายการ	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	(\bar{X})	S.D.	แปลผล	(\bar{X})	S.D.	แปลผล
1. การทดลองตามแผนที่กำหนด	3.08	0.89	ดี	3.08	1.14	ดี
2. การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	3.16	0.84	ดี	3.16	1.30	ดี
3. การบันทึกผล	2.96	0.84	พอใช้	3.04	0.84	ดี
4. การสรุปผลการทดลอง	3.36	1.30	ดี	2.96	0.84	พอใช้
5. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	3.72	1.34	ดีมาก	3.32	1.14	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	3.26	1.04	ดี	3.11	1.05	ดี

จากตารางที่ 6 แสดงผลการประเมินทักษะการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าทักษะการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.26 และ 3.11 ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองจะสูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย ซึ่งมีค่าความต่างเท่ากับ 0.15

สรุปผลการวิจัย

1. สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 77.87/78.78 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. ผลจากการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดียทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร สูงกว่าการสอนแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนเกิดทักษะการทดลองในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสารอยู่ในระดับดี



อภิปรายผลการศึกษา

1. สื่อมัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.87/78.78 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ตามสมมุติฐานการวิจัยในข้อที่ 1 ที่กำหนดไว้คือ สื่อมัลติมีเดียช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ 77.87 และคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 78.78 แสดงให้เห็นว่าการสร้างสื่อมัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร มีประสิทธิภาพจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น เนื่องจากสื่อมัลติมีเดียมีการนำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวอักษร ข้อความ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวเสียง วิดีโอ ที่สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้โดยผ่านคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นสื่อในการนำเสนอข้อมูลที่รวมสื่อหลากหลายเอาไว้ สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจ โดยมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ได้ทันที ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อติพร ปานพุ่ม และวงกต ศรีอุไร (2557) ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่องการทดลองวิทยาศาสตร์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ ผลการวิจัยพบว่า สื่อ มัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นมี ประสิทธิภาพเท่ากับ 81.00/89.75 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และผู้ที่มีความพึงพอใจต่อสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นในระดับมาก (\bar{X}) = 4.50 , S.D. = 0.75)

2. การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร สูงกว่าการสอนแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กนกรัตน์ วุฒิวิภากรณ (2555) ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อ ศึกษาผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทวารวดี จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ และด้วยวิธีสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธี เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

3. ผลการประเมินทักษะการทดลองนักเรียนเกิดทักษะการทดลองในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสสาร อยู่ในระดับดี จากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาทักษะการทดลอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีผลต่อทักษะการทดลองของนักเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E เป็นสิ่งที่ครูผู้สอนสามารถนำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ คิดค้นสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองอย่างหลากหลาย เป็นรูปแบบหนึ่งซึ่งผู้เรียนสามารถเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ ได้ใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุผล มุ่งให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แสวงหาความจริงจากการสืบเสาะหาข้อมูล รู้จักการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่เหมาะสมแก่การนำมาพัฒนาทักษะการทดลองให้แก่ นักเรียน สอดคล้องแนวคิดของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 2459, อ้างถึงใน ประทุม อังกูรโรหิต, 2543) ปรัชญาปฏิบัตินิยม (Pragmatism) ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและแนวคิดที่ว่า “Learning by doing” “หรือการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง” มนุษย์ต้องเผชิญกับปัญหา จึงต้องฝึกให้มนุษย์แก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ฝึกปฏิบัติ ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น



ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 สถานศึกษาควรมีการส่งเสริมพัฒนาครูผู้สอนให้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสื่อมัลติมีเดียเพื่อนำไปใช้ในโรงเรียนให้มากขึ้น เพราะส่วนมากการสอนของครู ยังคงยึดการสอนแบบเดิมๆ คือเน้นการบรรยาย ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

1.2 ผู้สอนควรนำสื่อมัลติมีเดียไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากสื่อมัลติมีเดียมีความหลากหลายสร้างความเข้าใจ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจเกิดความคิด อยากรู้ อยากเรียน ทำให้มีผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องสามารถตอบสนองความต้องการและความแตกต่างของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

1.3 ครูผู้สอนควรเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นครูผู้สอน เป็นครูผู้ให้คำปรึกษาหรือคำแนะนำ อธิบายเพิ่มเติมในเนื้อหาที่นักเรียนสงสัยและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจของผู้เรียน ให้กำลังใจและเสริมแรงทางบวก เพราะจะทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีกำลังใจที่จะเรียนรู้ในการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาครั้งต่อไป

2.1 ควรสร้างสื่อมัลติมีเดียในสาระการเรียนรู้อื่นๆ หรือในระดับชั้นอื่นๆ เพราะจากการทำวิจัยและการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อมัลติมีเดียสามารถนำไปจัดการเรียนการสอนในทุกกลุ่มสาระและในทุกเรื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้

2.2 ควรศึกษาการใช้รูปแบบการสอน ที่หลากหลายร่วมกับการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย เช่น การเรียนแบบร่วมมือ การใช้กระบวนการกลุ่ม เป็นต้น เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.
- กนกรัตน์ วุฒิวินิจฉัย. (2555). **ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทวารวดี จังหวัดนครปฐม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). **เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย.(2539). **ระเบียบวิธีวิจัย**. พิษณุโลก : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ประทุม อังกูรโรหิต. (2543). **ปรัชญาปฏิบัตินิยม รากฐานปรัชญาการศึกษาในสังคมประชาธิปไตย**. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). **เอกสารเผยแพร่รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้**. กรุงเทพฯ : มปป.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). **21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). **การวัดผลการศึกษา**. กทม. : ประสานการพิมพ์.

อดิพร ปานพุ่ม และวงกต ศรีอุไร. (2557). การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์เรื่องการทดลองวิทยาศาสตร์
บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. ประชุมวิชาการระดับชาติด้าน
คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, 10:425-430
เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. (2545). เทคโนโลยีการศึกษาหลักการและแนวคิดสู่ปฏิบัติ. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.