

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*

A CONSTRUCTION OF THE SCIENTIFIC THINKING DIAGNOSTIC TEST FOR PRATOMSUKSA 6 STUDENTS.

เรณู มาละออง

Ranoo Malaong

วิไลลักษณ์ ลังกา

Wilalak Langka

พนิดา ศกุลตนาค

Panida Sakuntanak

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Srinakharinwirot University, Thailand

E-mail: ranoomalaong@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งการวิจัยนี้เป็นวิจัยพัฒนาเครื่องมือวัด มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ทั้งหมด 5 โรงเรียน จำนวน 400 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stages sampling) แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะแบบปรนัยเลือกตอบ โดยมีสถานการณ์ปัญหาทั่วไปที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียนเป็นตัวกระตุ้น แต่ละสถานการณ์จะใช้ในการตอบคำถามตามลำดับขั้นของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ 1) การคิดเพื่อระบุปัญหา 2) การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน 3) การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และ 4) การคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล จำนวนคำถามทั้งหมด 40 ข้อ 10 สถานการณ์ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง และนำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์มาตรวจสอบคุณภาพรายข้อในประเด็นของค่าความยาก อำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังนี้ 1) การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยการหาค่าดัชนีความ

* Received 31 May 2021; Revised 12 June 2021; Accepted 27 June 2021



สอดคล้อง จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี 2) การวิเคราะห์ความยาก พบว่าได้ข้อคำถามที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.42-0.91 3) การวิเคราะห์อำนาจจำแนก พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22-0.56 และในการหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.85 จำนวนทั้งสิ้น 40 ข้อคำถาม 10 สถานการณ์ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

คำสำคัญ: การคิดเชิงวิทยาศาสตร์, แบบทดสอบวินิจฉัย , เครื่องมือวัด

Abstract

The objectives of this article are 1) To design a scientific thinking diagnostic test 2) To examine the quality of scientific thinking diagnostic tests of grade 6 students using experimental research methodology It consisted of a sample group of grade 6 students from 5 Satit Elementary Schools under the Higher Education Commission, totaling 400 people. using a multistage randomization method. (Multistage sampling) The scientific thinking diagnostic test consists of short answer questions, and the questions on the test will be daily situational circumstances which allows the students become simulated to utilize thinking skills, which the answering questions will be in order of four scientific thinking steps as follow: 1) Thinking to identify the problems 2) Thinking to hypothesize 3) Thinking to test the hypothesis and 4) Informational analytical thinking and conclude the answers of results of 40 questions and 10 situations. The result of the quality analysis of the scientific thinking diagnostic test are as follow: 1) The content fidelity index with 5 experts have been concluded that the content fidelity index considerably meets well the criteria with 0.80-1.00 2) Analysis of difficulty shows the value between 0.42-0.91 3) Analysis of discrimination shows the value between 0.22-0.56 and analysis of reliability in the whole version is 0.85, totaling 40 questions, 10 situations, with quality according to the specified criteria.

Keywords: The Scientific Thinking, Diagnostic Test, Measurement Tool

บทนำ

ในสังคมปัจจุบันที่มีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วทำให้ในแต่ละประเทศต่างก็มุ่งพัฒนาตนเองให้มีความเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาท



สำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ความสามารถในการคิดจึงมีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง การที่มนุษย์จะดำเนินชีวิตอย่างปกติสุขและประสบความสำเร็จในชีวิต ล้วนเป็นผลมาจากการคิดที่เป็นระบบ และมีประสิทธิภาพ ในขณะที่เดียวกันความล้มเหลว ความผิดพลาดในการดำเนินชีวิตที่เกิดขึ้น ก็ล้วนเป็นผลมาจากการคิดด้วยเช่นกัน ดังนั้นมนุษย์จึงควรเรียนรู้ และได้รับการพัฒนา ฝึกฝนให้มีปัญญา ฉลาด รู้คิด ไม่มั่งมาย (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556) การศึกษาของไทยจึงได้มีการกำหนดเป้าหมายการพัฒนานักเรียนเกี่ยวกับการคิดต่าง ๆ เช่น การคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ โดยมีการระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ พ.ศ. 2545 มาตรา 23 และมาตรา 26 ที่กล่าวว่า ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดเพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง ทำเป็นคิดเป็น เกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนากระบวนการคิดโดยมีการกำหนดแนวทางการจัดสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการพัฒนากระบวนการคิด รวมทั้งการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ การคัดเลือกสารสนเทศ เพื่อประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553)

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับระบบวิธีการคิดอย่างละเอียด การคิดขั้นสูง (Higher-order Thinking) แตกต่างจากการคิดแบบธรรมดาทั่วไป (Ordinary Thinking) คือ เป็นการคิดที่เป็นระบบระเบียบมีหลักเกณฑ์ เป็นกระบวนการคิดที่เป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหา และตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน รวมทั้งเป็นการคิดเพื่อหาคำตอบ หรือแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับความรู้อ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แต่มีการใช้เหตุผล หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ และอาจใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาประกอบในการตรวจสอบ พิสูจน์ จนกระทั่งได้มาซึ่งคำตอบ หรือข้อสรุปอย่างถูกต้องและเชื่อถือได้ (Bergere, T. & Boelryk, A., 2004); (Oishin, B. B., 2007); (Paul, R. & Elder, L., 2003)การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในสังคมปัจจุบันที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้น โดยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) จะเข้ามามีบทบาทในการช่วยให้บุคคลสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลข่าวสารที่ได้รับ สามารถมองเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหาในชีวิต รวมถึงสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลง และดำรงชีวิตในสังคมแห่งการเปลี่ยนแปลงที่แวดล้อมไปด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นการส่งเสริม และพัฒนาให้เยาวชนไทย ให้มีความคิดเชิงวิทยาศาสตร์และมีความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน จะช่วยให้สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายต่าง



ๆ และมีส่วนในการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2541) จากการศึกษาพบว่าขั้นตอนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอไว้ พบว่ามีขั้นตอนที่แตกต่างกัน ดังนี้ แมคแคแรกเกน และคณะ ได้ระบุถึงขั้นตอนของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตั้งปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน 3) ขั้นรวบรวมข้อมูล และ 4) ขั้นตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยที่ยูพา วีระไวทยะและปรียา นพคุณ ได้ระบุขั้นตอนของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ว่าจะต้องประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน 3) ขั้นทดสอบสมมติฐาน 4) ขั้นรวบรวมข้อมูล และ 5) ขั้นสรุป (ยูพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ, 2544) นอกจากนี้ วุสแลน และสโต ได้ระบุว่าคุณคิดเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นระบุข้อความของปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน 3) ขั้นการสืบเสาะหาข้อมูลหลักฐานเพื่อทดสอบสมมติฐาน 4) ขั้นประเมินความเที่ยงตรงของสมมติฐาน 5) ขั้นทบทวนสมมติฐาน และ 6) ขั้นนำข้อสรุปไปใช้กับปัญหาอื่นที่คล้ายกัน (Kuslan, L. I. & Stone, A. H., 1969) ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งลำดับขั้นของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้คือ 1) การคิดเพื่อระบุปัญหา 2) การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน 3) การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และ 4) การคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของแมคแคแรกเกน และคณะ

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันพบว่ายังไม่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) ได้เท่าที่ควร ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้ตรงจุดซึ่งเป็นหน้าที่สำคัญของครูผู้สอนแต่การที่ผู้สอนจะหาจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่จะใช้ค้นหาสาเหตุและจุดบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียนของนักเรียน เครื่องมือนี้ดังกล่าวคือ แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความบกพร่องหรือความเด่นด้อยของผู้เรียนว่าบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้หรือไม่ และยังมีข้อบกพร่องในเรื่องใดหรือหัวข้อใด ครูผู้สอนจะได้จัดการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง การประเมินข้อบกพร่องและจัดการเรียนการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุดบกพร่องจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนได้มากกว่าปกติถึงสองเท่า นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนรู้จักจุดบกพร่องของตนเอง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาทั่วไปในชีวิตประจำวันของผู้เรียน นอกจากนี้สถานการณ์ที่ผู้วิจัยตั้งขึ้นจะสอดคล้องกับบริบทวัย และวุฒิภาวะของผู้ตอบ โดยผู้วิจัยยึดลำดับขั้นของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 4 ขั้น ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนและวินิจฉัยจุดบกพร่องต่าง ๆ ของนักเรียน ซึ่งจะเป็นแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนได้ถูกต้องและครูผู้สอนยังสามารถนำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบมาปรับปรุงการ



จัดการเรียนการสอนเพื่อทำให้การเรียนการสอนมีการส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในด้านความเที่ยงตรง ความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการกำหนดขอบเขตการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ด้านขอบเขต

1.1 ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1,688 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีการศึกษา 2562 รวมทั้งสิ้น 5 โรงเรียน จำนวน 400 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stages sampling)

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างผู้ทำแบบทดสอบวินิจัยในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีการศึกษา 2562 จำนวน 400 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stages sampling) เนื่องจากป้องกันการขาดหายของข้อมูลของแบบทดสอบวินิจัย ผู้วิจัยจึงทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 450 คน รายละเอียดดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ตารางแสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในกรุงเทพฯ

เขต	จำนวนประชากร		จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	
	ห้องเรียน	นักเรียน	ห้องเรียน	นักเรียน
กรุงเทพฯ				
1. โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	7	210	3	90
2. โรงเรียนสาธิตรามคำแหง	3	90	-	-
3. โรงเรียนสาธิตเกษตรศาสตร์	10	408	-	-
4. โรงเรียนสาธิต มศว ประสานมิตร	8	240	3	90
รวม	28	948	6	180



ตารางที่ 2 ตารางแสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในต่างจังหวัด

เขต	จำนวนประชากร		จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	
	ห้องเรียน	นักเรียน	ห้องเรียน	นักเรียน
ต่างจังหวัด				
1. โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี	5	150	3	90
2. โรงเรียนสาธิต มศว องครักษ์ จังหวัดนครนายก	4	98	3	90
3. โรงเรียนสาธิตศิลปากร จังหวัดนครปฐม	3	60	-	-
4. โรงเรียนสาธิตเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม	4	120	3	90
5. โรงเรียนสาธิตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น	8	219	-	-
6. โรงเรียนสาธิตมหาสารคาม ฝ่ายประถม จังหวัดมหาสารคาม	3	93	-	-
รวม	27	740	9	270

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) การกำหนดกรอบโครงสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ผู้วิจัยได้กำหนดข้อวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยทำการศึกษาเอกสาร งานวิจัย และทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ 2) กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ครอบคลุมขั้นตอนของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 3) สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเขียนตอบ โดยมีโจทย์ปัญหา 10 สถานการณ์ 40 ข้อคำถาม 4) ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 สถานการณ์ 40 ข้อคำถาม โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ประกอบด้วยอาจารย์มหาวิทยาลัยเชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ 2 คน ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีประสบการณ์ไม่ต่ำกว่า 20 ปี 1 คน และนักวัดผลการศึกษา 2 คน พิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำไปหาคุณภาพของเครื่องมือ 5) ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ความยาก และอำนาจจำแนก เพื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่น 6) จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับจริง

3. การเก็บข้อมูล คือ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีการศึกษา 2562



รวมทั้งสิ้น 5 โรงเรียน จำนวน 400 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stages sampling) โดยการส่งแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปให้อาจารย์ผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ดำเนินการจัดสอบตามเวลาที่กำหนด และผู้วิจัยได้เดินทางไปรับเอกสารกลับมาเพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบ ดังนี้ 1) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item objective congruence: IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 2) ค่าความยาก โดยความยากพอเหมาะควรมีค่าตั้งแต่ 0.20-0.80 3) ค่าอำนาจจำแนก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และนำไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย โดยผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อสำรวจจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเขียนตอบ เพื่อสำรวจและรวบรวมคำตอบที่ผิดและจุดบกพร่องต่าง ๆ ในแต่ละขั้นของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอน คือ 1) การคิดเพื่อระบุปัญหา 2) การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน 3) การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และ 4) การคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล และนำแนวคำตอบของกลุ่มตัวอย่างมาพัฒนาเป็นแบบทดสอบวินิจฉัย โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

	การคิดเชิงวิทยาศาสตร์				รวม
	1. การคิดเพื่อระบุปัญหา	2. การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน	3. การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน	4. การคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล	
สถานการณ์ที่ 1	1	1	1	1	4
สถานการณ์ที่ 2	1	1	1	1	4
สถานการณ์ที่ 3	1	1	1	1	4
สถานการณ์ที่ 4	1	1	1	1	4
สถานการณ์ที่ 5	1	1	1	1	4
รวม	5	5	5	5	20

**คุณภาพของเครื่องมือวิจัย**

ผลการการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item objective congruence : IOC) พบว่า แบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 สถานการณ์ 40 ข้อ คำถาม มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตรงตามเกณฑ์ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 จึงสรุปได้ว่าข้อคำถามนั้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก โดยความยากพอเหมาะควรมีค่าตั้งแต่ 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จึงสรุปได้ว่าข้อคำถามนั้นมีคุณภาพด้านค่าความยากอำนาจจำแนก และตรวจคุณภาพด้านความเชื่อมั่นแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้งฉบับ ปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก อำนาจจำแนกรายข้อ และความเที่ยงตรงของ แบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สถานการณ์	ข้อคำถาม	p	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลพิจารณา
สถานการณ์ที่ 1	ข้อ 1	0.51	พอเหมาะ	0.22	พอใช้	คัดเลือกไว้
	ข้อ 2	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.36	ค่อนข้างดี	คัดเลือกไว้
	ข้อ 3	0.83	ง่ายมาก	0.22	พอใช้	คัดเลือกไว้
	ข้อ 4	0.91	ง่ายมาก	0.22	พอใช้	คัดเลือกไว้
สถานการณ์ที่ 2	ข้อ 5	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.36	ค่อนข้างดี	คัดเลือกไว้
	ข้อ 6	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.39	ค่อนข้างดี	คัดเลือกไว้
	ข้อ 7	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.34	ค่อนข้างดี	คัดเลือกไว้
	ข้อ 8	0.86	ง่ายมาก	0.28	พอใช้	คัดเลือกไว้
สถานการณ์ที่ 3	ข้อ 9	0.42	พอเหมาะ	0.30	ค่อนข้างดี	คัดเลือกไว้
	ข้อ 10	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.49	ดีมาก	คัดเลือกไว้
	ข้อ 11	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.48	ดีมาก	คัดเลือกไว้
สถานการณ์ที่ 4	ข้อ 12	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.48	ดีมาก	คัดเลือกไว้
	ข้อ 13	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.35	ค่อนข้างดี	คัดเลือกไว้
	ข้อ 14	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.42	ดีมาก	คัดเลือกไว้
	ข้อ 15	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.42	ดีมาก	คัดเลือกไว้
สถานการณ์ที่ 5	ข้อ 16	0.84	ง่ายมาก	0.27	พอใช้	คัดเลือกไว้
	ข้อ 17	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.45	ดีมาก	คัดเลือกไว้
	ข้อ 18	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.50	ดีมาก	คัดเลือกไว้
	ข้อ 19	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.56	ดีมาก	คัดเลือกไว้



สถานการณ์	ข้อ คำถาม	p	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลพิจารณา
	ข้อ 20	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.43	ดีมาก	คัดเลือกไว้

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.85

จากตารางที่ 4 พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา จำนวน 5 สถานการณ์ 20 ข้อคำถาม ซึ่งนำไปวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.85 มีข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.42-0.91 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22-0.56 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการนำความร้อนของวัสดุต่างๆ รอบตัวนักเรียนในชีวิตประจำวัน คือ การทำกับข้าว และนำไปตอบข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ โดยข้อคำถามข้อที่ 1 มีความยากพอเหมาะ จำแนกได้พอใช้ ข้อคำถามข้อที่ 2 ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ค่อนข้างดี ข้อคำถามที่ 3 และ ข้อคำถามที่ 4 ง่ายมาก จำแนกได้พอใช้ พบว่าจากข้อคำถามที่ 1-4 เมื่อพิจารณาค่า ความยาก อำนาจจำแนก มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.51-0.91 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22-0.36 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเป็นข้อคำถามที่มีค่าความยาก อำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ทั้งหมด

สถานการณ์ที่ 2 ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการวัสดุที่แตกต่างกันจะมีลักษณะการลอย การจม รอบตัวนักเรียนในชีวิตประจำวัน คือ การประดิษฐ์พัดเรือจากวัสดุต่างๆ และนำไปตอบข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ โดยข้อคำถามข้อที่ 1, 2 และ 3 ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ค่อนข้างดี ข้อคำถามที่ 4 ง่าย จำแนกได้พอใช้ พบว่าจากข้อคำถามที่ 1-4 เมื่อพิจารณาค่าความยาก อำนาจจำแนก มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.65-0.86 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.28-0.39 ดังนั้นจะเห็นว่าเป็นข้อสอบที่มีค่าความยาก อำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ทั้งหมด

สถานการณ์ที่ 3 ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการดูดและคายความร้อนของวัสดุรอบตัวนักเรียนในชีวิตประจำวัน คือ การเลือกวัสดุถุงหลังคาบ้าน และนำไปตอบข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ โดยข้อคำถามข้อที่ 1 มีความยากเหมาะสม จำแนกได้ค่อนข้างดี ข้อคำถามที่ 3, 4 และ 5 ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดีมาก พบว่าจากข้อคำถามที่ 1-4 เมื่อพิจารณาค่าความยาก อำนาจจำแนก มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.42-0.72 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30-0.49 ดังนั้นจะเห็นว่าเป็นข้อสอบที่มีค่าความยาก อำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ทั้งหมด

สถานการณ์ที่ 4 ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการศึกษาการเจริญเติบโตของสัตว์รอบตัวนักเรียนในชีวิตประจำวัน คือ การเลี้ยงปลาคราฟ และนำไปตอบข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ โดยข้อคำถามข้อที่ 1 ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ค่อนข้างดี ข้อคำถามที่ 3 และ 4 ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดีมาก และข้อคำถามที่ 5 ง่าย จำแนกได้ดี พบว่าจากข้อคำถามที่ 1-4 เมื่อพิจารณาค่าความยาก



อำนาจจำแนก มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.76-0.84 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27-0.42 ดังนั้นจะเห็นว่าเป็นข้อสอบที่มีค่าความยาก อำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ทั้งหมด

สถานการณ์ที่ 5 ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการศึกษากาการเจริญเติบโตของพืชรอบตัวนักเรียนในชีวิตประจำวัน คือ การปลูกต้นคุณนายตื่นสาย และนำไปตอบข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ โดยข้อคำถามข้อที่ 1, 2, 3 และ 4 ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดีมาก พบว่าจากข้อคำถามที่ 1-4 เมื่อพิจารณาค่าความยาก อำนาจจำแนก มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.70-0.78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.43-0.56 ดังนั้นจะเห็นว่าเป็นข้อสอบที่มีค่าความยาก อำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ทั้งหมด

อภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้ครั้งนี้ ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะแบบปรนัยเลือกตอบ โดยมีสถานการณ์ปัญหาทั่วไปที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียนเป็นตัวกระตุ้น แต่ละสถานการณ์จะใช้ตอบคำถามตามลำดับขั้นของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ 1) การคิดเพื่อระบุปัญหา 2) การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน 3) การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และ 4) การคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล จำนวนคำถามทั้งหมด 40 ข้อ 10 สถานการณ์ ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบสำรวจไปดำเนินการสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน ศึกษาแนวคำตอบของนักเรียน เพื่อรวบรวมคำตอบผิดและค้นหาจุดบกพร่อง แล้วนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาสาเหตุของการตอบของแต่ละคำตอบ คัดเลือกเฉพาะคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดไว้ 3 อันดับแรก เพื่อนำมาสร้างเป็นตัวลวงความสอดคล้องผลงานวิจัยของธีระวัฒน์ การะเกตุ ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับขั้น ที่มีการสร้างตัวลวงในแบบทดสอบจากการคัดเลือกคำตอบของนักเรียนจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ (ธีระวัฒน์ การะเกตุ, 2561)

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.1 ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ พบว่าค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.42-0.91 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ สอดคล้องกับล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ ที่กล่าวว่าข้อคำถามที่มีค่าความยากพอเหมาะควรมีค่าตั้งแต่ 0.20-0.80 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชลฤทัย ทวีแสง ได้สร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ค่าความยากตั้งแต่ 0.60-0.90 (ชลฤทัย ทวีแสง, 2559) และงานวิจัยของนิตยาภรณ์ ศรีภาแลว ได้สร้างและหาคุณภาพ



แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ค่าความยากตั้งแต่ 0.68-0.79 (นิตยาภรณ์ ศรีภาแลว, 2557) แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีค่าความยากที่เหมาะสม

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ พบว่าค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22-0.56 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ สอดคล้องกับสายยศ และอังคณา สายยศ ที่กล่าวว่ข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุทัศน์ บุญสิทธิ์ ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.24-0.50 (สุทัศน์ บุญสิทธิ์, 2560) และผลการวิจัยของบอยเด็น ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิต ได้ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.33-0.63 (Boyden, J. M., 1970)

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.85 ซึ่งพบว่าผลการวิจัยครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าความเชื่อมั่นของบอยเด็น ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิต ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 (Boyden, J. M., 1970) และใกล้เคียงกับแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของแมคคราเคน (Maccraken) ของอิตาร์ตัน อินปาติะ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.913 (อิตาร์ตัน อินปาติะ, 2554)

สรุป/ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์ในการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นในการพัฒนาหรือส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างตรงจุด แต่จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำนักเรียนจะไม่สามารถแยกความเป็นวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันได้ จึงส่งผลทำให้ผู้เรียนไม่สามารถคิดเพื่อระบุปัญหาได้ซึ่งเป็นขั้นแรกของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีระดับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนการคิดอีก 3 ขั้นตอน คือ การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และการคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลมีผลที่ต่ำไปด้วย ผู้สอนจึงควรศึกษารูปแบบการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์รวมถึงจัดกิจกรรมให้กับนักเรียนเพื่อให้



นักเรียนมองความเป็นวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันได้และฝึกการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นการคิดก่อนการทดสอบเพื่อหาจุดบกพร่องในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องเพื่อให้ได้ข้อมูลจุดบกพร่องของนักเรียนที่เกิดจากตัวนักเรียนเรียนอย่างแท้จริง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชลฤทัย ทวีแสง. (2559). ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ, 6(10), 87-102.
- ธิดารัตน์ อินปาต๊ะ. (2554). ความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์. ใน วิทยานิพนธ์สาขาวิชาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธีระวัฒน์ การะเกตุ. (2561). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับขั้น เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน วิทยานิพนธ์สาขาวิชาการศึกษาวิจัยและพัฒนาศึกษานิพนธ์. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นิตยาภรณ์ ศรีภาแลว. (2557). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง พลังงานไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ใน รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพมหานคร: เทคนิคปริ้นติ้ง.
- ยุพา วีระไวทยะ และปรีญา นพคุณ. (2544). เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพมหานคร: มูนิธิสวดศรี-สฤชดีวงค์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสรณ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2541). วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สุทัศน์ บุญสิทธิ์. (2560). การพัฒนายุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์



และการคิดไตร่ตรอง ของนักเรียนระดับประถมศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19(4), 253-264.

- Bergere, T. & Boelryk, A. (2004). Applications of scientific thinking in the humanities and Social sciences. In 2 (Ed.), Prepared for the 15th International Conference on College Teaching and Learning. Canada: Georgia.
- Boyden, J. M. (1970). Construction of a Diagnostic Test in Verbal Arithmetic Problem Solving at the Fifth Grade Level. Michigan: University Microfiles.
- Kuslan, L. I. & Stone, A. H. (1969). Teaching Children Science : An Inquiry Approach. Belmont California: Wadsworth Publishing Company.
- Oishin, B. B. (2007). Scientific thinking and modernity meet traditional culture. Phila Delphia: The University of the Art Press.
- Paul, R. & Elder, L. (2003). A Miniature Guide for Student and Faculty to Scientific Thinking Foundation of Critical Thinking. Maryland: rowman littlefield publishers.