

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK. THAILAND

การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิม ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา

ปริญญานิพนธ์
ของ
อูทัย ชีวะชนรักษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการ ศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สิงหาคม ๒๕๖๗

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปริญญานิพนธ์แล้ว เห็นควรรับเป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

พ.ท.ดร. วิมลวรรณ ประธาน

วิมลวรรณ อ.ดร. กรรมการ

พ.ท.ดร. วิมลวรรณ กรรมการ

สิงหาคม ๒๕๖๓

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำอย่างดียิ่งจาก ศาสตราจารย์ ดร. พัทธ วัชรพลเดช รองศาสตราจารย์ สุนทรี พิริยะกิจ ดร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ และอาจารย์ เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการและอาจารย์ของวิทยาลัยครูจันทระ เกษมที่ได้อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย

ขอขอบคุณผู้รวมโครงการวิจัยและทุก หนุ ประชาน ที่ได้ข้อคิดเห็นและความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณ สุวรรณี จีระชนรักษ์ ที่ช่วยเหลือในด้านการพิมพ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลงได้

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครูทุกท่าน ซึ่งช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

จุฑัย จีระชนรักษ์

สารบัญ

	หน้า
บทที่ ๑	
บทนำ	๑
ภูมิหลัง	๑
ความมุ่งหมายของการวิจัย	๕
ความสำคัญของก ารศึกษาค้นคว้า	๖
ขอบเขตของการ ศึกษาค้นคว้า	๖
นิยามปฏิบัติการ และศัพท์เฉพาะ	๗
ทฤษฎี เอกสาร และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๘
สมมุติฐานในการทดลอง	๓๔
บทที่ ๒	
วิธีดำเนินการ	๓๕
กลุ่มตัวอย่าง	๓๕
การเตรียมตัวก่อนการทดลอง	๓๕
การดำเนินการทดลอง	๔๔
การเก็บรวบรวมข้อมูล	๔๕
เครื่องมือที่ใช้ในการ เก็บรวบรวมข้อมูล	๔๖
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	๕๕
บทที่ ๓	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	๕๖
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	๕๖
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	๕๗
-- การสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ	๕๗
- การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	๖๐
- การวิเคราะห์พัฒนาการ ของคะแนนของตัวแปร	๗๐
- การ เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	๗๓

บทที่ ๔	สรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ	๘๑
	ความมุ่งหมายในการศึกษา	๘๑
	กลุ่มตัวอย่าง	๘๑
	วิธีดำเนินการศึกษา	๘๑
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	๘๑
	การวิเคราะห์ข้อมูล	๘๒
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	๘๒
	อภิปรายผล	๘๓
	ข้อเสนอแนะ	๘๔
	บรรณานุกรม	๑๐๒
	ภาคผนวก	๑๐๖

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
๑	รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง
๒	การวิเคราะห์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕
๓	การสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนและหลัง การสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
๔	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ก่อนการสอนของกลุ่มทดลอง
๕	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ หลังการสอนของกลุ่มทดลอง
๖	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ก่อนการสอนของกลุ่มควบคุม
๗	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ หลังการสอนของกลุ่มควบคุม
๘	พัฒนาการของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มทดลอง เมื่อทดสอบก่อนและหลังการสอน
๙	พัฒนาการของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและหลังการสอน
๑๐	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนทักษะขั้นสูง ของขบวนการทางวิทยาศาสตร์
๑๑	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนความมีวินัยในตนเอง
๑๒	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนการคิดแบบเอกลัษณ์
๑๓	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนน - ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยกิตคะแนรวม
๑๔	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนน - ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ
๑๕	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนน - ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ
๑๖	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนความเชื่อมั่นในตนเอง

๑๓	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์	๗๘
๑๔	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนน การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนคุณภาพ	๗๙
๑๕	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนน การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนจำนวนข้อ	๗๙

บัญชีภาพประกอบ

ภาพ		หน้า
๑	โครงสร้างการสอนแบบสืบสวนสอบสวน	๑๓
๒	แผนผังการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์)	๒๓
๓	ขั้นตอนของการทดลอง	๔๕

บทที่ ๑

บทนำ

ภูมิหลัง

ประเทศที่มีฐานะทางเศรษฐกิจ ประชาชนได้รับการศึกษาโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง มีมาตรฐานการครองชีพสูง และมีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังเช่น สหรัฐอเมริกา, ญี่ปุ่น, รัสเซีย เป็นต้น การที่จะพัฒนาประเทศให้ทัดเทียมกับประเทศเหล่านี้ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ องค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาประเทศในบรรดาองค์ประกอบทั้งหลายก็คือ คุณภาพของชน ถ้าประชากรในประเทศมีคุณภาพดีแล้ว ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะสามารถแก้ไขไปได้โดยง่าย ดังคำกล่าวของวีรบุรุษ วิเชียร-โชติ (วีรบุรุษ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔ : ๔๐) ปัญหาที่สำคัญในการพัฒนาประเทศในทัศนะของนักการศึกษาคือ ปัญหาการพัฒนากำหนดทั้งในปริมาณและคุณภาพ เพื่อให้เป็นผู้นำในการพัฒนาประเทศไปสู่จุดหมายปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ" การที่จะพัฒนาตัวบุคคลให้มีคุณภาพนั้น เครื่องมือที่สำคัญก็คือ การศึกษา (วีรบุรุษ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๓ : ๔๓) การศึกษาจะช่วยเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ และความสามารถด้านต่าง ๆ รวมทั้งการพัฒนาค่านิยมคุณลักษณะของบุคคล ดังคำกล่าวของชชู แสงศักดิ์ (ชชู แสงศักดิ์, ๒๕๐๙ : ๑๔) "การพัฒนามนุษย์ให้มีความรู้ ทักษะ และความสามารถเพิ่มขึ้นจะทำได้โดยการให้การศึกษาแก่พลเมืองในประเทศให้มีความรู้ระดับการศึกษาเฉลี่ยสูงขึ้น หรือพัฒนามนุษย์ให้มีความรู้ ทักษะ และความสามารถให้เหมาะสมกับลักษณะและสภาพงานในท้องถิ่น"

แผนการศึกษาชาติฉบับ พ.ศ. ๒๕๐๓ (กรมวิชาการ, ๒๕๐๔ : ๑๒๓) กำหนดจุดหมายไว้ว่า "รัฐมีความมุ่งหมายให้พลเมืองทุกคนได้รับการศึกษาตามควรแก่สภาพเพื่อเป็นพลเมืองดี มีศีลธรรม มีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบ สุขภาพสมบูรณ์ มีจิตใจเป็นประชาธิปไตย มีความรู้ความสามารถที่จะประกอบอาชีพและทำคุณประโยชน์แก่ประเทศชาติ" และการที่จะเป็นพลเมืองดีในสังคมระบอบประชาธิปไตยได้นั้น จะต้องมีการผสมผสานของความเป็นประชาธิปไตยอยู่ ๕ ประการ (วีรบุรุษ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๓ : ๑ - ๓) คือ

๑. การยอมรับถือ การเคารพในสิทธิเสรีภาพและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ซึ่งกันและกัน
 ๒. สามัคคีธรรมคือ การร่วมกันประชุมปรึกษาหารือกัน ตั้งแต่ขั้นการวางแผนร่วมกันแบบเบื้องต้นถึงขั้นการปฏิบัติ และการประเมินผลงานร่วมกัน โดยทุกคนมีความรับผิดชอบและตำแหน่งหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
 ๓. ปัญญาธรรม เป็นการนำปัญญาตามวิชาการทางวิทยาศาสตร์ ในการขบคิดแก้ปัญหาของบุคคล
- และกลุ่ม

๔. วินัยธรรม เป็นกลไกที่สร้างความพอเหมาะพอดีและขอบเขตให้กับสิทธิเสรีภาพ ตลอดจนการสร้างความสำนึกในหน้าที่ควบคู่กันไปในการใช้สิทธิเสรีภาพ หลักแห่งวินัยนี้ยังแยกออกเป็น ๓ ระดับ คือ วินัยในตนเอง วินัยต่อกลุ่มและหมู่คณะ และวินัยต่อสังคม

๕. คุณธรรม เป็นกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการมีศีลธรรมประจำใจในเรื่องของความซื่อสัตย์ มีความยุติธรรมและมีความสามารถในการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายในที่เกี่ยวกับความโลภ ความโกรธ และความหลง พอสมควรแก่สภาพ ถ้าหากบุคคลและสังคมหย่อนเกณฑ์ข้อนี้ ระบบประชาธิปไตยก็จะถูกใช้ไปในทางที่ผิดได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นจะเห็นได้ว่า ปัญญาธรรมเป็นส่วนหนึ่งของความเป็นประชาธิปไตยกล่าวคือ บุคคลใดบุคคลหนึ่งจะมีคุณลักษณะของความเป็นประชาธิปไตยได้ก็ต่อเมื่อ บุคคลนั้นมีขบวนการแก้ปัญหาอย่างมีแบบแผน รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล ถ้าคนไม่รู้จักคิดจะทำให้เกิดผลร้ายต่อการปกครองประเทศ เพราะแทนที่จะเป็นการ Pooling of Collective Wisdom ก็จะกลายเป็น Pooling of Collective Ignorance ซึ่งเป็นปัญหาในการใช้วิถีแบบประชาธิปไตย (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔) ฉะนั้นการคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) ซึ่งเป็นการใช้เหตุผลวิธีหนึ่ง โดยให้เหตุผลจากหลักเกณฑ์ทั่ว ๆ ไปมายังลักษณะเฉพาะกรณี (เกรียงศักดิ์ พรารศรี, ๒๕๑๖ . ๗) จะช่วยส่งเสริมให้ผู้นับรู้จักขบวนการคิดและคิดอย่างมีเหตุผล และยังมีส่วนช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังที่เทลโฟลด์และซอว์รีย์ (Telfold and Sawrey, 1967 : 137) ให้ความเห็นไว้ว่า "การคิดแบบเอกนัยเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการคิดสร้างสรรค์ เพราะเป็นส่วนประกอบของการปฏิบัติของการคิดแบบเอกนัย จะปรากฏขึ้นก่อนที่ขบวนการคิดสร้างสรรค์จะสำเร็จ" นอกจากนี้คาร์เตอร์ (Carter, 1968 : 38) ได้กล่าวว่า "ครูที่โหมบรรยายการในการเรียนในห้องเรียน โดยใช้วิธีการคิดแบบสืบสวนสอบสวน จะช่วยให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดความอยากรู้อยากเห็น และจะเจริญเติบโตต่อไปในอนาคตเป็นพลเมืองที่ดีของสังคมเสรี (Free Society) ดังนั้นการคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Thinking) น่าจะมีส่วนช่วยใหญ่ให้ผู้นับมีความคิดที่ถูกต้อง มีเหตุผลจึงควรส่งเสริมการคิดทั้งสองแบบนี้ในการเรียนการสอน

การปลูกฝังสิ่งที่ต้องการในตัวบุคคลนั้น ควรเริ่มตั้งแต่วัยเด็กเพราะจะทำให้ได้ผลมากขึ้น โดยเฉพาะผลทางดานบุคลิกภาพ (บุญ แสงวงศ์, ๒๕๐๔) บุคลิกภาพอย่างหนึ่งคือ การมีวินัยเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งของการ เป็นพลเมืองดีในระบอบประชาธิปไตยให้แก่วัยเรียนนั้น ควรจะสร้างเสริมการมีวินัยในตนเองให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนก่อน ทั้งนี้เพราะการมีวินัยในตนเองจะนำไปสู่การมีวินัยในหมู่คณะ และวินัยต่อสังคม นอกจากนี้เบรคเคนริดจ์ (Breckenridge, 1955 : 80, 249) ได้อ้างถึงการศึกษาของสตรอทเทอร์ (Strother) และเพจ (Page) ซึ่งพบว่า "เด็กที่มีความเชื่อมั่นในตนเองจะมีความสามารถในการ

ควบคุมตัวเอง มีความรับผิดชอบ ... เด็กที่ขาดความเชื่อมั่นในตนเองคือ เด็กที่ไม่ยอมต่อสู้กับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับตนเอง" ดังนั้นความเชื่อมั่นในตนเองก็เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญกับความเป็นประชาธิปไตยด้วย ควรส่งเสริมบุคลิกภาพทั้งแบบวินัยในตนเอง และความเชื่อมั่นในตนเองให้แก่ผู้เรียนเพื่อความเป็นพลเมืองดีของสังคมในระบบประชาธิปไตย

การพัฒนาประเทศให้ทัดเทียมกับอารยประเทศนั้น จำต้องพัฒนาทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งจะต้องอาศัยความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้เกิดอาชีพแขนงใหม่ ๆ และผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนรากฐานของการพัฒนาประเทศ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายแบ่งออกเป็น ๓ ประการด้วยกัน (พิทักษ์ วัชรกุลเดช, ๒๕๑๓ : ๑๑ - ๑๒) คือ

๑. ความมุ่งหมายในการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์
๒. ความมุ่งหมายให้นักเรียนมีทัศนคติต่อการ
๓. ความมุ่งหมายให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหา หรือวิธีวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนควรจะสอนให้ใคร่ครวญตามจุดมุ่งหมายทั้ง ๓ ประการ ไม่ควรเน้นเฉพาะเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์แต่เพียงอย่างเดียว เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้บุคคลมีบุคลิกภาพที่เหมาะสมกับสังคมประชาธิปไตย กล่าวคือ มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีวินัยในตนเอง มีความคิดอย่างมีเหตุผลทั้งแบบเอกนิยมและแบบสืบสวนสอบสวน

ปัจจุบันปัญหาการศึกษามีมากมาย เช่น เด็กไม่รู้จักคิด เด็กไม่ตั้งใจเรียน และยังถูกวิพากษ์วิจารณ์กันอย่างมากทั้งในคานเนื้อหา คือ การสอนเนื้อหาโดยที่ไม่สอนใหญ่เรียนใคร่จักวิธีที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง สอนแต่เฉพาะเนื้อหาวิชาเท่านั้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนต้องเป็นฝ่ายกอบรับความรู้จากครูอยู่เสมอ และในกรณีนี้รัฐไม่สามารถลงทุนจัดการศึกษาให้แก่บุคคลในประเทศได้ตลอดชีวิตที่บุคคลนั้นต้องการจะศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การศึกษาอย่างเป็นทางการ (Formal Education) ดังที่ไรเมอร์ (Everett Riemer) (รังสรรค์ หนองพินธ์, ๒๕๑๔ : ๑๕) กล่าวไว้ว่า "ไม่มีชาติใดประเทศใดที่จะสามารถจัดสรรการศึกษาหนักให้แก่แก่นักเรียนทุกคนในชาติอย่างมีคุณภาพเป็นเวลาสิบปี ... และไม่อาจให้การศึกษาย่างแท้จริงแก่นักเรียนทั้งอาจหมดเวลาในการเตรียมเด็กให้เผชิญชีวิต" นอกจากนี้ อีวาน อิลลิช (Ivan Illich) (รังสรรค์ หนองพินธ์, ๒๕๑๔) ได้กล่าวว่า "ระบบโรงเรียนเป็นระบบที่ปราศจากประสิทธิภาพ เพราะเท่าที่ผ่านมา โรงเรียนสอนแต่ความรู้ที่ตายแล้ว แะให้เด็กรู้จักวิธีทำตามหลังความรู้ แต่ไม่เคยชี้ให้เด็กเห็นแนวทางวิ่งนำหน้าความรู้" จะเห็นได้ว่า การศึกษาอย่างเป็นทางการจะต้องปรับปรุงแก้ไขเสียใหม่ มิฉะนั้นการลงทุนทางด้านการศึกษาจะสูญเปล่าไปได้ ซึ่งประเทศไทยก็เริ่มตื่นตัวมีผู้รับเอาแนวคิดทางการศึกษาของอีวาน อิลลิช มาใช้

ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ (ไพฑูรย์ สีนลารัตน์, ๒๕๑๔ : ๒๓ - ๒๔) กล่าวว่า "การศึกษาในโรงเรียนจำต้องจำกัดขอบเขตแห่งสติปัญญาของมนุษย์ไว้ด้วยหลักสูตร แบบเรียนที่ตายตัวด้วยหรือความเป็นอิสระของมนุษย์ คืออะไร การศึกษาจะสร้างและสอให้รู้จักความเป็นอิสระใดละหรือ ถ้าการศึกษายังเป็นอยู่อย่างในปัจจุบัน"

แต่เดิมการให้การศึกษของเรากระทำกันตามวัตรโดยที่พระเป็นผู้สอน ซึ่งการสอนเน้นหนักไปทางท่องจำและเลียนแบบ (เกษ มุนนาท, ๒๕๑๒ . ๒ - ๓) ส่วนการศึกษาของไทยในปัจจุบันนี้ erguson เนื้อหาให้นักเรียนรู้และท่องจำ ดังที่ผสม เพชรจำรัส (ผสม เพชรจำรัส, ๒๕๑๒ : ๑๐๙) กล่าวว่า "การสอนก็มีลักษณะบอกให้จดและท่องจำตามที่ครูมอบให้ ... การเรียนเน้นหนักที่จะเอาจริงเอาจังเรื่องกะแนนผ่านมากกว่าที่จะก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์" การเรียนการสอนโดยวิธีเช่นนี้จะส่งผลให้เด็กเรียนไม่รู้จักวิธีการที่จะหาความรู้ด้วยตนเอง ต้องมีคนอื่นบอกให้ ป้อนให้ ซึ่งทำให้ไม่รู้จักคิด ไม่มีความเชื่อมั่นในตนเอง ดังกล่าวของ นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ (นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๓ . ๕๙) ที่ว่า "นิสัยรักศึกษาไม่รู้จักคิด เป็นคำบ่นของอาจารย์ในวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยทั่วไป ในที่ประชุมทางวิชาการการึกไม่เป็นเรื่องนิสิตนักศึกษาและนักเรียนดูจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จึงมีการเรียกร้องให้ครูเริ่มสอนแต่ในระดับต้น ๆ มิฉะนั้นแล้วเสถียรภาพของประเทศจะกลอนแคลน" ถึงแม้แต่สถาบันผลิตครูเองก็ยังสอนให้ครูเริ่มรู้จักคิดน้อยมาก ไม่เปิดโอกาสให้ครูเรียนคิด ซึ่งทำให้ครูที่จบออกไปเป็นครูไม่สามารถจะสอนให้เด็กคิดเป็นได้ ดังที่ เสกสรรค์ ประเสริฐกุล (เสกสรรค์ ประเสริฐกุล, ๒๕๑๒ : ๕) กล่าวไว้ว่า "การสอนในวิทยาลัยครูยังล้าหลังพอ ๆ กับโรงเรียนธรรมดาทั่ว ๆ ไป กล่าวคือ ใช้การบรรยายเป็นหลัก ซึ่งหมายถึงปราศจากการแลกเปลี่ยนทัศนะระหว่างอาจารย์กับนักเรียน วิธีการเช่นนี้ทำให้คนไม่มีโอกาสใช้ความคิด และเมื่อครูไม่สามารถในการใช้ความคิดเสียแล้วจะไปกระตุ้นให้นักเรียนคิดได้อย่างไร รังแต่จะสืบทอดวัฒนธรรมแห่งการพูดคนเดียว ฟังหลายคนกันไปเป็นทอด ๆ ดูจืดจาง"

ในด้านการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปแล้ว ครูยังเน้นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากกว่าวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ไม่สอนให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะทำให้ครูเรียนไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับเหตุการณ์และสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันได้อย่างทันทางที่ เพราะว่าปัจจุบันนี้ ความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ไปอย่างรวดเร็ว จนทั่ว ๆ ไปตามไม่ค่อยจะทัน (พิทักษ์ วัชรพลเกษ, ๒๕๑๓) ผลแห่งความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์นี้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ พลังงานปรมาณู ฯลฯ ดังนั้นการที่จะทำให้มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสุขสบาย สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเต็มที่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลจึงไม่ควรหยุดนิ่ง เพราะวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าอยู่เสมอ การที่จะให้บุคคลปรับตัวให้ทันกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไป บุคคลนั้นจะต้องรู้จักวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพราะว่าการศึกษาที่จะบรรจุความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ทั้งหมดเข้ามาไว้ในหลักสูตรย่อมจะเป็นไปไม่ได้ และการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรแต่ละครั้งนั้นต้องใช้เวลานาน ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ไม่ทันการ และจะเห็นได้ว่าสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไต่สัปดาห์และรวดเร็วก็คือ การเปลี่ยนแปลงวิธีสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในสังคมปัจจุบัน ที่ผู้เรียนจะไปเผชิญได้ ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์ที่จะให้ผลดีที่สุดวิธีหนึ่งก็คือ การสอนโดยวิธีสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์

(American Association for the Advancement of Science, 1970 : 1) เพราะขบวนการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์นั้น ขบวนการค้นคว้าวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าวิจัย และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ซึ่งผู้เรียนควรจะเรียนรู้วิธีการสืบสวนสอบสวน เพราะว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นการสอนที่เน้นขบวนการคิดสอบสวนว่า องค์ประกอบต่าง ๆ สัมพันธ์กันอย่างไร และค้นหาว่าเหตุและผลเกี่ยวข้องกันอย่างไร จึงจะพบกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบนี้มีส่วนพัฒนาบุคลิกให้เทคนิคและความสามารถต่าง ๆ อันมีส่วนในการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม และเป็นการพัฒนาบุคลิกภาพทางสังคม เพราะการสอนแบบนี้เน้นในเรื่อง

- วิธีคิดแบบประชาธิปไตย
- พัฒนาคูคิด
- ปรับปรุงระบบสังคมให้ใช้วิธีการทางประชาธิปไตยมากขึ้น (วีรบุรุษ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔)

นอกจากจะสอนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนแล้ว ควรจะเน้นการสอนทักษะทางขบวนการวิทยาศาสตร์ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะให้ผู้เรียนมีวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นระบบ และสนใจที่จะค้นคว้า วิจัย มากยิ่งขึ้น

ดังนั้นผู้เขียนจะศึกษาว่าวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะส่งผลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบเอกลัษณ์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง แตกต่างจากการสอนแบบเดิมหรือไม่ เพียงใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายดังนี้คือ.-

๑. เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) ที่มีต่อทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบเอกลัษณ์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเองและความเชื่อมั่นในตนเอง

๒. เพื่อเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิม ที่มีต่อตัวแปรทั้งหมดที่กล่าวไว้ในข้อ ๑

๓. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด ตามที่กล่าวมาในข้อ ๑

ความสำคัญของการศึกษาก่อนหน้า

๑. เพื่อเป็นแนวทางประกอบการพิจารณาปรับปรุง วุฒิมุ่งหมายหลักสูตร และวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมในปัจจุบัน เพราะในขณะนี้สังคมไทยกำลังส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตยกันมากขึ้น ดังนั้นการศึกษาจึงควรส่งเสริมให้บุคคลมีบุคลิกภาพที่เหมาะสมกับการปกครองในระบอบประชาธิปไตย คือ มีปัญญาวุฒิมุ่งหมาย รู้จักกิจอย่างมีเหตุผล มีการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

๒. เพื่อเป็นการช่วยให้นักศึกษาในสถาบันฝึกหัดครูได้ฝึกทักษะ และมีวิธีการที่เป็นระบบที่จะนำไปใช้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาให้ได้ดียิ่งขึ้น วิธีการที่เป็นระบบในที่นี้หมายถึง การรู้จักวิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเพื่อสร้างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การสร้างปัญหาของจิต การวิเคราะห์ห้วงกับแนวทาง หรือความรู้ที่นักเรียนต้องมีความรู้สำหรับมาเรียนเนื้อหาเหล่านั้น ๆ การกำหนดการสอนตามขั้นทั้ง ๕ คือ สังเกต อธิบาย ทำนาย และควบคุมหรือนำไปใช้ และการประเมินผล

๓. เพื่อเป็นการกระตุ้นให้สถาบันฝึกหัดครูหันมาสนใจกับการค้นคว้า ปรับปรุงวิธีสอนต่าง ๆ ให้สามารถนำมาใช้กับสังคมไทยอย่างไคผล เพราะการสอนโดยทั่วไปในสถาบันฝึกหัดครูนั้นเป็นเพียงการนำเอาทฤษฎีของสังคมชาวตะวันตกมาใช้โดยไม่ทดลอง เพื่อหาข้อบกพร่องและปัญหาต่าง ๆ มาก่อน ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการนำเอาทฤษฎีมาปฏิบัติ จึงเป็นแนวทางให้สถาบันฝึกหัดครูได้ปรับปรุงวิธีสอนต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสังคมไทย

ขอบเขตของการศึกษาก่อนหน้า

๑. การศึกษาครั้งนี้จัดทำกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสุ่มมาจากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๒ ของวิทยาลัยครูจันทร์เกษม กรุงเทพมหานคร จำนวน ๖๙ คน เป็นชาย ๒๔ คน หญิง ๔๕ คน และแยกเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน ๓๓ คน และกลุ่มทดลองจำนวน ๓๔ คน

๒. การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) ในที่นี้เป็นการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

๓. การศึกษาเกี่ยวกับทักษะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น มุ่งศึกษาเฉพาะทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

๔. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

๔.๑ ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ วิธีสอน ซึ่งให้พบมีอยู่ ๒ แบบ คือ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบ

๔.๒ ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

๔.๒.๑ การคิดแบบเอกไทย (Convergent Thinking)

๔.๒.๒ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Thinking)

๔.๒.๓ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Science Achievement)

๔.๒.๔ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ (Science Attitude)

๔.๒.๕ ความมีวินัยในตนเอง (Self - Discipline)

๔.๒.๖ ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self - Confidence)

นิยามปฏิบัติการและศัพท์เฉพาะ

๑. การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) หมายถึง วิธีสอนที่ให้ผู้เรียนใช้วิธีสืบสวน ถาม ตอบ อภิปราย และสรุปผลด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ เพื่อเสาะหาความรู้จากสิ่งที่เผชิญหน้า และขณะเดียวกันผู้เรียนก็ต้องฝึกฝนทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย

๒. การสอนแบบเกมหมายถึง วิธีสอนที่ปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งครูจะบอกความรู้ให้แก่ผู้เรียนโดยตรงเป็นส่วนใหญ่ และผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้

๓. ทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Integrated Skills) หมายถึง ความสามารถทั้งทางกายและร่างกาย ที่ต้องใช้ในการวิจัย ค้นคว้า และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีอยู่ ๕ ประการด้วยกัน คือ

๑. การจำแนกและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

๒. การตีความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data)

๓. การสร้างสมมุติฐานเพื่อทำการทดลอง (Constructing Hypothesis)

๔. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally)

๕. การวางแผนและปฏิบัติการทดลอง (Experimenting)

ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ สามารถวัดได้โดยแบบทดสอบทักษะของขบวนการทางวิทยาศาสตร์

๔. การคิดแบบสืบสวนสอบสวนหมายถึง ความสามารถในการตั้งคำถามหรือสมมุติฐานจากปัญหาที่ประสบ เพื่อที่จะตอบปัญหานั้น และสามารถวัดได้โดยแบบทดสอบการคิดแบบสืบสวนสอบสวน การคิดแบบสืบสวนสอบสวนแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทคือ ประเภทจำนวน ได้แก่การคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ และประเภทคุณภาพซึ่งได้แก่ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ

๕. การคิดแบบเอกนัยหมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาสิ่งที่ถูกต้องตามความเป็นจริง ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปเพียงสิ่งเดียว จากสิ่งเร้าหลาย ๆ อย่างที่กำกวมให้ และสามารถวัดได้โดยแบบทดสอบการคิดแบบเอกนัย

๖. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการตอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ผู้ที่ตอบได้คะแนนมากถือว่าเป็นผู้มีผลสัมฤทธิ์สูงในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้ที่ตอบได้คะแนนน้อยถือว่าเป็นผู้มีผลสัมฤทธิ์ต่ำในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นี้ แบ่งออกเป็น ๓ ประเภทคือ ประเภทความจำ ประเภทที่ไม่ใช่ความจำซึ่งได้แก่ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล และประเภทคิดคะแนนรวมซึ่งได้แก่ ผลรวมของคะแนนประเภทความจำและประเภทไม่ใช่ความจำ

๗. ทักษะทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ทักษะที่เป็นผลรวมของทักษะที่ใน ๒ กรณีนี้นี้ คือ

๗.๑ ทักษะเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึง ทักษะที่ต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาพิจารณาสนองตอบต่อสิ่งเร้าอย่างมีหลักเกณฑ์ มีเหตุผลและถูกต้องตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

๗.๒ ทักษะก่อวิชาวิทยาศาสตร์หมายถึง ความรู้สึกรู้สีก่อนวิชาวิทยาศาสตร์ ต่อกฎเกณฑ์ เหตุผล วิธีการ และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ทักษะทางวิทยาศาสตร์ สามารถที่จะวัดได้โดยแบบสอบถามทักษะทางวิทยาศาสตร์

๘. ความมีวินัยในตนเองหมายถึง การบังคับควบคุมพฤติกรรมของบุคคลโดยอำนาจภายในของบุคคลนั้น อำนาจภายในนี้เกิดจากการเรียนรู้หรือยอมรับในกฎเกณฑ์อันใดอันหนึ่งของบุคคล ความมีวินัยในตนเองสามารถวัดได้โดยแบบทดสอบวินัยในตนเอง

๙. ความเชื่อมั่นในตนเองหมายถึง ความกล้าของบุคคลที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ ให้สำเร็จไปตามที่คิดตั้งใจไว้หลังจากที่ได้อภิปรายถึงความถูกต้องแล้วเป็นอย่างดี เมื่อมีอุปสรรคก็ไม่ท้อถอย ยังคงกระทำต่อไปโดยแน่ใจว่าตนสามารถกระทำสิ่งนั้นให้สำเร็จไปได้เลยความถูกต้องเหมาะสม ความเชื่อมั่นในตนเองนี้วัดได้โดยแบบทดสอบความเชื่อมั่นในตนเอง

๑๐. กลุ่มทดลองหมายถึง กลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการวิทยาศาสตร์)

๑๑. กลุ่มควบคุมหมายถึง กลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์แบบเดิม

ทฤษฎี เอกสาร และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

✓ ขบวนการสืบสวนสอบสวน (Inquiry Process)

๑. ขบวนการสืบสวนสอบสวนคือ ขบวนการเพื่อค้นหา ลักษณะ คุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ และผลของปรากฏการณ์ต่าง ๆ (วีรบุรุษ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔ . ๓) ขบวนการนี้จะเน้นในการค้นหาว่าในปรากฏการณ์นั้น ๆ ประกอบไปด้วยตัวแปรอะไรบ้าง และตัวแปรเหล่านั้นมีคุณสมบัติอย่างไร จากนั้นจึงจะพยายามสืบเสาะหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อันจะนำไปสู่การตั้งสมมุติฐานหรือทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ ต่อไป กล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า ขบวนการสืบสวนสอบสวนก็คือ ขบวนการที่ค้นหา คุณสมบัติ และความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เพื่อที่จะสรุปออกมาในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง ซึ่งจะทำให้สามารถเขียนได้ในรูปของ $y = f(x)$ นั้นเอง

ขบวนการสืบสวนสอบสวนนี้ พัฒนามาจากทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget) ซึ่งกล่าวถึง พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ โดยเพียเจต์ได้เสนอว่าคนมีความคิดที่ประกอบไปด้วยโครงสร้าง ๒ ประการ คือ

ขั้นที่ ๑ Assimilative Structure เป็นโครงสร้างของขั้น Assimilation คือ เราได้เฝ้าดูความรู้เดิมมาใช้ในขั้นเรียน เด็กจะเรียนรู้โดยการนำความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิด เปรียบเทียบถามว่า "สัตว์ชนิดหนึ่งมีสี่ขาขมก้นปลาเป็นอาหาร สัตว์นั้นคืออะไร"

เด็กจะตอบว่า "แมวใช่ไหม" การที่เด็กตอบเช่นนั้นเพราะเด็กนำความรู้เดิมเกี่ยวกับแมวมาใช้ ถ้าตอบว่าไม่ใช่ เด็กจะเกิด Conceptual Conflict ขึ้นมา และทราบว่าความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายได้ ซึ่งเป็นการนำไปสู่ขั้นที่ ๒ คือ

ขั้นที่ ๒ Accommodative Structure คือ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขยายโครงสร้างเดิม เพื่อจะรับความรู้ใหม่ ๆ และนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างเดิม เช่น ตัวอย่างที่กล่าวมานั้น เด็กอาจจะขยาย สังกัปของสัตว์ชนิดที่กินปลาวามีหลายชนิด ไม่ใช่มีแค่แมว เด็กเด็กทราบว่ามีแค่แมว ต้องขยายสังกัป (Concept) และโครงสร้างเดิมเพื่อรับความรู้ใหม่ ๆ เพื่อเข้าใจประสบการณ์ใหม่ ๆ เป็นโครงสร้างของกระบวนการสืบสวน สอบสวน โครงสร้างทั้ง ๒ นี้เน้นให้เราใช้สังกัปแนวทางเข้ามาช่วย คือ เป็นการนำเอา Accommodative Structure เข้ามาช่วยทำให้เราเกิดความรู้ใหม่ ๆ ให้เด็กถามเกี่ยวกับธรรมชาติ การสังเกตเป็นส่วนใหญ่ เพื่อขยายโครงสร้างให้กว้างออกไปให้เกิดสังกัปใหม่ ๆ ให้เด็กพร้อมที่จะรับความรู้

จากโครงสร้างทั้งสองของเพียเจต์นั้น ไก้นำมาเป็นพื้นฐานของกระบวนการสืบสวนสอบสวนซึ่งแบ่งออกเป็น ๔ ขบวนการด้วยกัน คือ

๑. ขบวนการสร้างสังกัป (Concept - Formation Process) คือ ขบวนการเรียนรู้ ลักษณะนิยาม (Defining Attribute) ของสังกัปต่าง ๆ ส่วนมากใช้การคิดแบบวิเคราะห์และแบบแยกประเภท ซึ่งตรงกับขั้นการสังเกต (Observation)

๒. ขบวนการสร้างทฤษฎี (Theorization Process) คือ ขบวนการแก้ปัญหาโดยการตั้ง ทฤษฎี เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างสังกัปหรือตัวแปรหรือสังกรณ (Theoretical Construct) ส่วนมากใช้การคิดแบบโยงความสัมพันธ์และแบบอ้างอิง การสอนเด็กเกี่ยวกับขบวนการสร้างทฤษฎี เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยพยายามชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสังกัป หรือตัวแปร ตั้งแต่ ๒ ตัวขึ้นไป การสร้างทฤษฎีต้องมีพื้นฐานที่เรียกว่า Basic Assumption ว่ามีอย่างไร และมีเหตุผลเบื้องต้นว่าอย่างไร มีสังกัปตัวแปรอะไรที่เกี่ยวข้อง มีเหตุผลเบื้องต้นอย่างไร ที่ชัดเจนอย่างนั้น

๓. ขบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี (Verification Process) เป็นขบวนการสำหรับ ทดสอบและพิสูจน์สมมุติฐานที่ได้จากทฤษฎี โดยการทดลองซ้ำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วมาประเมินผลสรุปว่า สมมุติฐานนั้นใช่หรือไม่ ซึ่งส่วนมากใช้การคิดแบบสังเคราะห์และคิดแบบวิจารณ์ และแบบประเมินผล

๔. ขบวนการสร้างสรรค์ (Creative Process) คือ ขบวนการที่นำความรู้ขั้นพื้นฐานที่ เรียบเรียงไว้ให้เกิดประโยชน์ใดในรูปแบบต่าง ๆ หลายวิธี และแนวใหม่ ๆ เป็นสื่อไปสู่การสอบสวนขั้นต่อไป ส่วนมากใช้การคิดแบบริเริ่มสร้างสรรค์และการคิดแบบสังเคราะห์

ดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้นจะเห็นได้ว่า ขบวนการต่าง ๆ เหล่านี้เปรียบเสมือนขั้นการสังเกต อธิบาย ทำนาย และควบคุม โดยเริ่มต้นจากการสังเกตค้นพบ แล้วเกิดปัญหาของจิต ซึ่งจะนำไปสู่การสอบสวนสืบสวน เพื่อหาคำอธิบาย แล้วสามารถทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถนำไปใช้ได้

ขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นก็คือ ขบวนการวิจัยเบื้องต้นซึ่งมีดังนี้

๑. การสังเกต (Observation) เน้นการสร้าง Concept และความคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งได้มาจากการสังเกต

๒. อธิบาย (Explanation) การใช้ขบวนการสร้างทฤษฎีจากการหาเหตุผลเพื่ออธิบาย

๓. ทำนาย (Prediction) เป็นขบวนการพิสูจน์สมมุติฐาน โดยใช้วิธีการทำนายเพื่อผู้คิดจะรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมุติฐานนั้น

๔. การก่อกำเนิดความคิด (Control and Creativity) นำความรู้ที่ได้รับมาสมกันเป็นโครงสร้างใหม่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

Inquiry -- -- --> Discovery -- -- --> Invention

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน แบ่งออกเป็น ๓ แบบ คือ

๑. การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดนักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) เป็นวิธีสอนที่นักเรียนได้หาความรู้ โดยใช้วิธีการสืบสวนด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนหาความรู้โดยใช้คำถามขึ้นสังเกต อธิบาย ทำนาย การควบคุม และการนำไปใช้ประโยชน์ ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนซักถามตามขั้นต่าง ๆ จนกระทั่งนักเรียนสามารถสรุปความรู้ (Generalize) ได้ด้วยตนเอง

๒. การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) เป็นวิธีสอนที่ครูใช้วิธีการสืบสวนสอบสวน โดยการตั้งคำถามขึ้นสังเกต อธิบาย ทำนาย และการควบคุมนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถสรุปความรู้ (Generalize) ได้ด้วยตนเอง

๓. การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดครูและนักเรียนเป็นผู้ถาม (Combined Inquiry) เป็นวิธีสอนที่นำเอาวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดนักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) กับวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) มาผสมกัน

หลักการสร้างโครงการสอน

๑. วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา คือ การนำหลักสูตรมาวิเคราะห์หาคำที่สอนเพื่อหาข้อบกพร่อง จะไปปรับปรุงแก้ไข ให้การเรียนการสอนได้ดียิ่งขึ้น การทำโครงการสอนจะต้องศึกษาจุดมุ่งหมายและแปลจุดมุ่งหมายไปในรูปพฤติกรรมที่ปฏิบัติได้ เมื่อแปลเป็นพฤติกรรมแล้วจะทำให้รู้ว่า มีเนื้อหา วิธีสอน อุปกรณ์ และการประเมินผลอย่างไร

๒. ขบวนการสอน

ชั้นของการเรียนการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน มีอยู่ ๕ ชั้น (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๐๓ : ๖) มีดังนี้ คือ.-

ขั้นที่ ๑ "สน." คือ ชั้นของการให้สิ่งก้ำว้นหน้าซึ่งไคแก่ การเตรียมความพร้อมทางการเรียนให้กับผูเรียนโดยการตั้งเอาความรู้ และประสบการณ์เดิมของผูเรียนที่เกี่ยวของกับสิ่งที่จะสอนให้มาสัมพันธ์กัน รวมทั้งการปูพื้นความรู้ใหม่ทีจำเป็นสำหรับการเรียนรู้นือหาสาระใหม่ให้กับผูเรียน และการจูงใจให้พร้อมทีจะเรียน

ขั้นที่ ๒ "ส" คือ ชั้นของการสังเกตสถานการณ์เป็นปัญหาของจิต ในขั้นนี้ผูสอนจะสร้างสถานการณ์เป็นปัญหาของจิตขึ้น เพื่อให้ผูเรียนไคสังเกตและวิเคราะห์องค์ประกอบและธรรมชาติของปัญหาอย่างละเอียด การเรียนรูที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรูด้กัขององค์ประกอบต่าง ๆ ในสถานการณ์เป็นปัญหาของจิต

ขั้นที่ ๓ "อ" คือ ชั้นของการอธิบายปัญหาของจิต โดยอาศัยความสามารถในการหาเหตุผลมาอธิบายถึงสาเหตุของปัญหาของจิต ส่วนมากการอธิบายมักจะอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลแบบฟังก์ชัน $y = f(x)$ ในขั้นนี้เป็นจุดเริ่มต้นของความสามารถในการสร้างทฤษฎีขึ้นมา สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ การเรียนรูที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรูหลักการว่า เมื่อมีผลปรากฏออกมาในรูปของปัญหาอย่างนี้ อะไรควรจะเป็นสาเหตุ

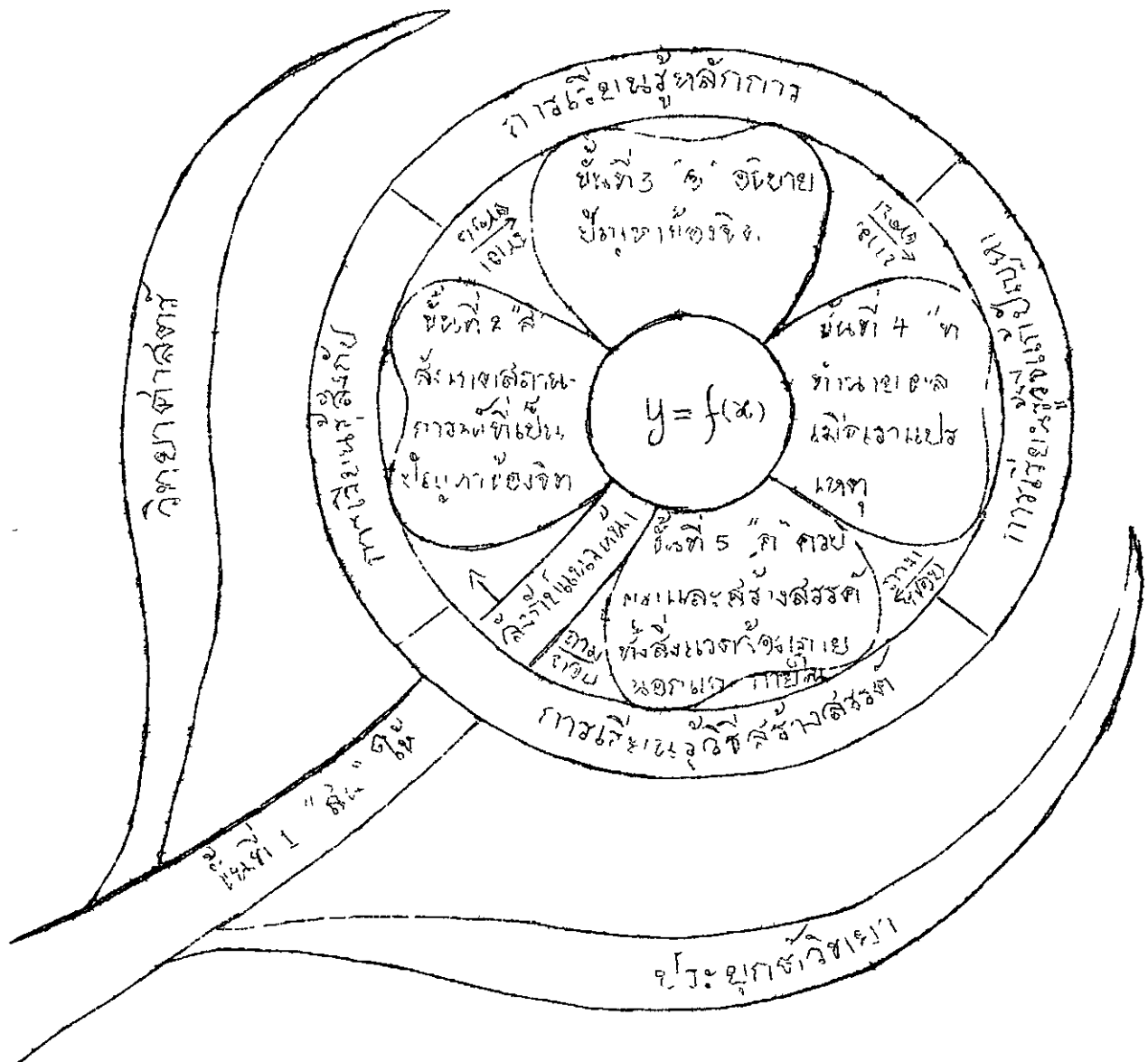
ขั้นที่ ๔ "ท" คือ ชั้นของการทำนายผล เมื่อเราแปรเหตุเป็นชั้นของการตั้งสมมุติฐานและพิสูจน์สมมุติฐาน เพื่อจะทดสอบว่าคำอธิบายในขั้นที่ ๓ นั้นถูกต้องมากประการใด นอกจากนั้นยังเป็นการคาดคะเนผลของสาเหตุต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อฝึกให้ผูเรียนคิดอย่างรอบคอบแบบ "คิดหน้าคิดหลัง" เสียก่อนแล้วจึงมือปฏิบัติ การเรียนรูที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรูวิธีแก้ปัญหา โดยนำเอาหลักการทีเรียนรูในขั้นที่ ๓ มาใช้

ขั้นที่ ๕ "ค" คือ ชั้นของการควบคุมและสร้างสรรค์สิ่งแวดลอมภายนอก และสิ่งแวดล้อมภายใน เป็นขั้นที่นำผลของการแก้ปัญหามาปฏิบัติใช้ในชีวิตรจริง เพื่อให้เกิดการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายนอก (ทางสังคม) และควบคุมสิ่งแวดล้อมภายใน (ทางจิตใจ) ขั้นนี้ส่งเสริมให้ผูเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ฉะนั้นการเรียนรูที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรูวิธีสร้างสรรค์

อนึ่ง สื่อกลางสำคัญของการสอนการเรียนแบบสืบสวนสอบสวนคือ การถาม - การตอบ โดยในตอนแรก ๆ ผูสอนเป็นผู้ตั้งคำถามให้ผูเรียนซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มละประมาณ ๖ คน อธิบายเพื่อหาคำตอบเมื่อผูเรียนคุ้นกับวิธีเรียนแบบนี้แล้ว ผูสอนจะพยายามให้ผูเรียนเป็นผู้ตั้งคำถามเอง พร้อมทั้งแสวงหาคำตอบเองเดี๋ย

โดยสรุป การสอนการเขียนแบบสืบสวน-สอบสวน ถือ การสอนการเขียนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และยังเน้นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการแสวงหา นำไปสู่การค้นพบหลักการต่าง ๆ ที่เป็นวิทยาศาสตร์ และสรุปลงด้วยการนำหลักการนั้นไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงในรูปของประยุกต์วิทยา การสอนแบบนี้ยังสามารถที่จะเน้นในก้นจึกใจได้อีก และการพัฒนาประเทศให้เป็นอารยประเทศได้นั้น จะต้องพัฒนาสังคมทั้งในด้านวัตถุ และจิตใจ โดยที่จะต้องมุ่งพัฒนาวัตถุเพื่อให้เป็นปัจจัยนำไปสู่การพัฒนาจิตใจสูงขึ้น ดังนั้น ผู้เขียนจึงสนใจที่จะศึกษาการสอนแบบสืบสวนสอบสวนต่อตัวแปรต่างๆ

ขั้นของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น สามารถแสดงได้ดังภาพ ๑



ภาพ ๑ โครงสร้างการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์

หนู ประธาน (หนู ประธาน, ๒๕๑๓ : ๑) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นระเบียบวิธีอย่างหนึ่ง ที่มนุษย์ใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจสิ่งแวดลอมมากขึ้น และในขณะที่เกี่ยวข้องกันก็ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างตัวเรา กับสิ่งแวดลอมนั้น ๆ ด้วย วิทยาศาสตร์เริ่มต้นและพัฒนาเรื่อย ๆ ด้วยการศึกษาทดลองเพื่อหาหลักฐานทางมาสนับสนุน และนำไปสู่ข้อสรุป ในขณะที่นักวิทยาศาสตร์กำลังค้นคว้าหาข้อเท็จจริงนั้น จะต้องทำอะไรบางอย่างที่ใช้ทั้งความสามารถทางสมองและทางร่างกายบ้าง ๆ อยู่เสมอ สิ่งนั้นก็คือ ทักษะของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาแนวคิดของบุคคลอื่นประกอบจะเห็นได้ว่า ทักษะทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เฉพาะนักวิทยาศาสตร์ เท่านั้นที่ต้องใช้ ดังที่โอเค และฟีล (Okey and Fiel, 1971 : 1 - 101) ได้ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับทักษะทางขบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูสอนวิทยาศาสตร์ควรจะมี และได้สรุปไว้ ๑๐ ประการด้วยกัน คือ

๑. การกำหนดตัวแปร (Identifying Variables) ได้แก่ ความสามารถที่จะกำหนดลงไปว่า อะไรเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตาม (Independent or Manipulated Variables) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent or Responding Variables) หรืออะไรบางอย่างที่เป็นเหตุที่ก่อให้เกิดผลนั้น ๆ นั้นเอง

๒. การสร้างตารางข้อมูล (Constructing a Table of Data) คือ ความสามารถในการสร้างตารางข้อมูลจากกราฟ หรือข้อความต่าง ๆ ที่ได้จากการวัดในการทดลองแต่ละครั้งได้อย่างถูกต้อง ในการสร้างตารางข้อมูลนั้นส่วนมากนิยมเริ่มต้นด้วยตัวแปรอิสระแล้วต่อมาจึงเป็นตัวแปรตาม และตัวเลข (ซึ่งเป็นค่าที่วัดได้จากการทดลอง) ที่เป็นค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระนั้น ซึ่งนิยมจัดเรียงลำดับกันจากน้อยไปหามาก

๓. การเขียนกราฟ (Constructing a Graph) คือ ความสามารถที่จะเขียนกราฟได้ เมื่อได้รับคำอธิบายอย่างสั้น ๆ เกี่ยวกับการทดลองและมีการวางข้อมูลให้ ในการเขียนกราฟนั้นนิยมให้ตัวแปรอิสระอยู่บนแกนอน (X - Axis) และตัวแปรตามอยู่บนแกนตั้ง (Y - Axis)

๔. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing Relationships Between Variables) คือ ความสามารถที่จะลากเส้นที่เหมาะสมที่สุด (Best - Fit Line) และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดให้ได้ กฎของการลากเส้นที่เหมาะสมที่สุดในกราฟมีดังนี้ คือ

๑. เส้นที่ลากควรจะเป็นเส้นตรง หรือเส้นโค้งที่เรียบ (Smooth Curve)

๒. ทุก ๆ จุดควรอยู่บนเส้นที่ลาก หรืออยู่ใกล้ที่สุด

๓. จำนวนจุดที่อยู่แต่ละข้างของเส้นที่ลาก ควรจะมีจำนวนเท่า ๆ กันโดยเฉลี่ย
 ๔. เส้นที่ลากระหว่างจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งนั้น ต้องไม่กระโดด (Jump) หรือหักมุม
- หลักการในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟ มีดังนี้คือ
๑. ลากเส้นที่เหมาะสมที่สุด (best - fit line) ก่อน
 ๒. ถ้าเส้นที่ลากเป็นเส้นตรง ให้อธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามเมื่อตัวแปรอิสระ

เปลี่ยนไป

๓. ถ้าเป็นเส้นโค้งให้แบ่งการอธิบายออกเป็น ๒ ตอน คือ
 - ก. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากจุดเริ่มต้น ไปถึงจุดที่เส้นเหมาะสมที่สุด กำลังจะเปลี่ยนทิศทาง
 - ข. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากจุดที่เส้นเหมาะสมที่สุด กำลังจะเปลี่ยนทิศทางไปยังจุดสุดท้าย

๕. การรวบรวมและจัดทำข้อมูล (Acquiring and Processing Your Own Data) คือ ความสามารถที่จะดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล สร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ โดยปกติแล้วการทดลองจะเริ่มตนด้วย ปัญหา คือ การสังเกตปรากฏการณ์ก่อนแล้วเกิดสงสัยว่า "ทำไม" จึงเป็นเช่นนั้น ในการทดลองนี้ผู้กระทำต้องมีทักษะด้านการวัดมาก่อน

๖. การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำการทดลอง (Analyzing Investigations) คือ ความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลองนั้น ๆ และการบ่งชี้สมมุติฐานที่จะทดสอบ เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น

ตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือไปจากตัวแปรอิสระ อาจจะเข้ามามีส่วนหรือส่งผลกระทบต่อผลของการทดลองที่จะใดมา ตัวแปรเหล่านี้เรียกว่า ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variables) ซึ่งในการทดลองทุกครั้งเราต้องพยายามควบคุม ไม่ให้ตัวแปรที่ต้องควบคุมเข้ามาส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง ตัวแปรภายนอกมี ๒ ชนิด คือ แบบที่ควบคุมได้ (explicit) กับแบบที่ควบคุมไม่ได้ให้ส่งผลกระทบต่อผลการทดลองไม่ได้ (implicit) หลักเกณฑ์ในการควบคุมตัวแปรที่ต้องควบคุมก็คือ ถ้าหากไม่สามารถกำจัดออกไปจากการทดลองได้ ก็ทำให้มันมีผลต่อการทดลองทุกชั้นก่อนเท่า ๆ กัน

สมมุติฐานคือ การคาดคะเนเกี่ยวกับผลของตัวแปรอิสระ ที่จะมีต่อตัวแปรตาม และก่อนที่จะทำการทดสอบสมมุติฐานนั้น ต้องควบคุมตัวแปรภายนอกให้หมด ให้เหลือแต่เพียงตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ก่อให้เกิดผลอันนั้นขึ้นมา

๓. การตั้งสมมุติฐาน (Constructing Hypotheses) คือ ความสามารถที่จะตั้งสมมุติฐานได้ เมื่อกำหนดปัญหาให้

ก่อนที่จะตั้งสมมุติฐานนั้น ต้องตรวจสอบก่อนว่า มีอะไรบางอย่างที่เป็นตัวแปรของวัตถุ (Object) ของการทดลองนั้น และมีอะไรบางอย่างที่เป็นตัวแปรของสิ่งแวดล้อม (Environment) ของการทดลอง แล้วจัดเข้าหมวดหมู่ของตัวแปรทั้งสามชนิด และในการตั้งสมมุติฐานแต่ละข้อนั้นต้องเลือกตัวแปรอิสระมาเพียงตัวเดียว จากนั้นจึงตั้งสมมุติฐานเพื่อทำการทดสอบ การตั้งสมมุติฐานก็คือ การคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ การคาดคะเนนี้อาจจะได้นำแนวทางมาจากความจริง ความกึกกั่น ประสบการณ์ ฯลฯ

๔. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Variables Operationally) คือ ความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ การให้นิยามปฏิบัติการก็คือ การกำหนดลงไปว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในการทดลองนั้น จะสามารถวัดได้อย่างไร

๕. การออกแบบการทดลอง (Designing Investigations) คือ ความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมุติฐานมาให้ การออกแบบการทดลองนั้นประกอบไปด้วยสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

๑. การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม
๒. การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก
๓. การเลือกวิธีการต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

๑๐. การดำเนินการทดลอง (Experimenting) คือ ความสามารถในการตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองเพื่อที่จะรวบรวมข้อมูล สำหรับพิสูจน์สมมุติฐานเมื่อกำหนดปัญหาให้

สมาคมเอเอเอเอส (American Association for Advancement of Science, 1970 : 33 - 176) กล่าวว่า ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นผู้เรียนไม่ควรจะรับเอาแค่ความจริง (Fact) หรือหลักการ (Principle) แต่เพียงอย่างเดียว แต่ควรจะได้อ่านรู้ถึงขั้นตอนการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์ด้วย และทักษะสำหรับขั้นตอนการนี้แบ่งออกเป็น ๒ ประเภท คือ

๑. ทักษะขั้นต้น (Basic Skills) ประกอบด้วย
 - ๑.๑ การสังเกต (Observing)
 - ๑.๒ การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่กับเวลา (Using Space / Time Relationships)
 - ๑.๓ การจัดจำพวก (Classifying)

- ๑.๔ การใช้จำนวนเลข (Using Numbers)
- ๑.๕ การวัด (Measuring)
- ๑.๖ การสื่อความหมาย (Communication)
- ๑.๗ การทำนาย (Predicting)
- ๑.๘ การสรุปอ้างอิง (Inferring)
๒. ทักษะขั้นสูง (Integrated Skills) ประกอบด้วย
 - ๒.๑ การจำแนกและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
 - ๒.๒ การตีความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data)
 - ๒.๓ การสร้างสมมุติฐาน เพื่อทำการทดลอง (Constructing Hypotheses)
 - ๒.๔ การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally)
 - ๒.๕ การวางแผนและปฏิบัติการทดลอง (Experimenting)

การศึกษาระดับมัธยมศึกษาเกี่ยวกับวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะขั้นสูงเท่านั้น ในที่นี้จึงขอกล่าวถึงทักษะขั้นสูงของขอบเขตการวิทยาศาสตร์ แต่ละขั้นตอนโดยละเอียดต่อไป

การจำแนกและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึงความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

๑. บ่งชี้ (Identify) ตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมหรือคุณสมบัติทางกายภาพ หรือชีวภาพของระบบ
๒. บ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ว่าเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการทดลองนั้น ๆ
๓. สามารถแยกออก (Distinguish) ว่าสภาวะการผันแปรใดที่ทำให้ตัวแปรที่มีค่าคงที่ และสภาวะการผันแปรใดที่ไม่ทำให้ค่าตัวแปรคงที่
๔. สามารถสร้างวิธีการทดสอบ หาผลที่เกิดจากตัวแปรอิสระหนึ่งตัวหรือหลาย ๆ ตัว
๕. สามารถบ่งชี้หรือบอกชื่อ (Name) ว่าตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ ในการทดลองนั้น ๆ ถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันในทุก ๆ กรณี หรือกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการดูแลรักษา

ขบวนการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ นี้ เป็นที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์โดยทั่ว ๆ ไป ผลของการสืบสวนสอบสวนจะเที่ยงตรงและเชื่อถือได้นั้น ตัวแปรต่าง ๆ ต้องได้รับการจำแนกและควบคุมอย่างระมัดระวัง ในการสืบสวนสอบสวนแต่ละครั้งนั้น ควรจะดำเนินการตามขั้นต่าง ๆ ดังนี้ คือ เปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรอิสระอย่างมีระบบ คอยสังเกตและวัดผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในตัวแปรตาม และในขณะเดียวกันก็ต้องควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ให้คงที่ไว้ให้มากที่สุดเพื่อหลีกเลี่ยงเวลาที่เปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ ในการปฏิบัติการทดลองจริง ๆ แล้ว เป็นสิ่งที่ค่อนข้างยุ่งยากที่จะกระทำตามขั้นทั้งสามตามที่กล่าวมา แต่ผลการทดลองที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้นั้น มาจากการปฏิบัติตามขั้นทั้งสามนี้อย่างถูกต้องและระมัดระวังเท่านั้น

การตีความหมายจากข้อมูล (Inter pretting Data) หมายถึง ความสามารถในการทำสิ่งต่อไปนี้

๑. อธิบายสั้น ๆ ถึงข้อสนเทศ (Information) ที่แสดงไว้บนตารางข้อมูลหรือกราฟ
๒. สามารถสรุปอ้างอิงหรือสร้างสมมุติฐานใดหลาย ๆ แบบจากข้อสนเทศที่กำหนดให้ไว้ในตารางข้อมูลกราฟ หรือรูปภาพ
๓. สามารถอธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ (กราฟ ๒ มิติ, ตารางข้อมูล, รูปภาพ, กราฟ ๓ มิติ) สามารถใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) มัชยฐาน (Median) พิสัย (Range) ได้ และสามารถทำนายสรุปอ้างอิง หรือสร้างสมมุติฐานจากข้อสนเทศเหล่านั้นได้
๔. สามารถแยกความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (Linear) และที่ไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear) ได้
๕. สามารถอธิบายข้อสนเทศต่าง ๆ ที่ได้จากความชัน (Slope) ของกราฟได้
๖. สามารถใช้กฎเพื่อหาความชันของกราฟแบบเส้นตรง (Linear) ได้
๗. สามารถบอกชื่อตำแหน่ง (Coordinates) ของจุดต่าง ๆ ในกราฟ ๓ มิติได้
๘. สามารถสร้างกราฟ ๓ มิติได้ เมื่อกำหนดตำแหน่งของจุดต่าง ๆ ให้

ทักษะในการตีความหมายจากข้อมูลนี้ เป็นทักษะที่สำคัญสำหรับนักเรียนมาก เพราะสามารถนำไปใช้กับประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในและนอกโรงเรียนได้ ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลนี้ ไม่ใช่ว่ามีความสำคัญสำหรับวิทยาศาสตร์อย่างเดียวเท่านั้น แต่มีความสำคัญสำหรับวิชาอื่น ๆ ด้วย และเป็นสิ่งที่เราต้องใช้ในชีวิตประจำวันเสมอ เช่น การฟังข่าวจากโทรทัศน์ การดูรูปภาพจากหนังสือพิมพ์

ทักษะในการตีความหมายนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็นส่วนใหญ่ ๆ ๓ ส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่หนึ่ง เกี่ยวข้องกับการสรุปอ้างอิง การทำนาย และการตั้งสมมุติฐาน ส่วนที่สองเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะในการใช้ ค่าเฉลี่ย (Mean) มัชฌิม (Median) พิสัย (Range) และส่วนที่สามนั้นประกอบไปด้วยการพัฒนา ทักษะในการใช้ความน่าจะเป็น (Probability)

การสร้างสมมุติฐานเพื่อทำการทดลอง (Constructing Hypotheses) ก็คือ ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

๑. สร้างสมมุติฐาน ซึ่งเป็นการสรุปรวมยอด (Generalization) จากผลการสังเกต หรือการสรุปอ้างอิงใด

๒. สร้างและแสดงให้เห็นถึงวิธีที่จะตรวจสอบสมมุติฐานใด

๓. สามารถแยกการสังเกตที่สนับสนุนสมมุติฐาน และไม่มีสนับสนุนออกจากกันได้

๔. สามารถปรับปรุงสมมุติฐานใด ภายหลังจากการสังเกตเพื่อทดสอบสมมุติฐานนั้น

การสังเกตจะนำไปสู่การค้นพบสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ และเพื่อขยายความ เข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ หรือสิ่งแวดล้อมรอบตัวนี้ จึงต้องสรุปรวมยอดเกี่ยวกับผลของการสังเกตที่เฝ้ามอง การทั้งหมดนี้เรียกว่า การตั้งสมมุติฐานเพื่อทำการทดลอง

เนื่องจากสมมุติฐานทั้งนี้มาจากการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิง ดังนั้นการทดสอบสมมุติฐานจึง แบ่งออกเป็น ๒ ประการ คือ ประการแรกเป็นการตรวจสอบสมมุติฐานที่ได้มาจากการสรุปรวมยอด ผลของ การสังเกตเป็น เช่น การตั้งสมมุติฐานว่า "สารทุกชนิดที่ละลายน้ำได้ จะละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าใน น้ำเย็น" วิธีทดสอบจะทำได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น โดยนำเอาสารใดชนิดหนึ่งมาละลายในน้ำร้อน และน้ำเย็น แล้วบันทึกเวลาของการละลาย ถ้าหากปรากฏว่า มีสารชนิดใดชนิดหนึ่งจะละลายในน้ำร้อนควย อัตราเร็วที่เท่ากัน หรือช้ากว่าในน้ำเย็น เราก็ต้องปรับปรุงสมมุติฐานใหม่หรือทิ้งไปเลย ประการที่สอง เป็นการตรวจสอบสมมุติฐานซึ่งเกิดจากการสรุปรวมยอดการสรุปอ้างอิงเป็นการทำการทดลอง เพื่อหาข้อมูล มาสนับสนุนหรือคัดค้านกับสมมุติฐานนั้น เช่น ในกรณีที่เราด้วยแก้วกรวยเหินที่กำลังถูกไฟ ปรากฏว่า สักครูหนึ่งเหินจึงดับ แล้วเราทำการสรุปอ้างอิงว่าเหินดับเพราะออกซิเจนในถ้วยแก้วนั้นหมด สมมุติฐาน ที่สามารถตั้งจากการสรุปอ้างอิงก็คือ เหินซึ่งกำลังถูกไฟอยู่ในกรวยแก้วจะดับ เมื่อออกซิเจนในถ้วยแก้ว ถูกใช้ไปหมด วิธีที่จะทดสอบสมมุติฐานนี้ก็คือ การตรวจสอบดูว่าภายหลังที่เหินดับแล้วนั้น ยังมีออกซิเจนเหลือ อยู่ในถ้วยแก้วนั้นหรือไม่ ถ้าหากปรากฏว่ายังมีอยู่แล้วก็ต้องปรับปรุงสมมุติฐานนี้ใหม่ เช่น อาจจะตั้งว่า เหิน ซึ่งกำลังถูกไฟอยู่ในกรวยแก้วจะดับ เมื่อออกซิเจนภายในกรวยแก้วนั้นหรือเพียง ๑๐% ของขณะเริ่มต้น

หรืออาจจะตั้งสมมุติฐานใหม่เลยว่า เทียนซึ่งกำลังลุกไหม้อยู่ในถ้วยแก้วจะดับ เมื่อการบ่อนไคววกไซค์ในถ้วยแก้วเพิ่มขึ้นอีก ๗% จะเห็นได้ว่า สมมุติฐานเหล่านี้สามารถที่จะตรวจสอบได้ ก็โดยวิธีทำการทดลองใหม่ต่อไปเท่านั้น

การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally) ก็คือ ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

๑. สามารถแยกนิยามปฏิบัติการ (Operational Definition) ออกจากนิยามที่ไม่ใช่นิยามปฏิบัติการ (Nonoperational Definition) ได้
๒. สามารถบ่งชี้ถึงตัวแปรหรือค่า ซึ่งต้องใช้ในการให้นิยามปฏิบัติการแต่ละครั้ง เมื่อกำหนดสมมุติฐาน การสรุปอ้างอิง ปัญหา กราฟ หรือตารางข้อมูลได้
๓. สามารถสร้างนิยามปฏิบัติการ ซึ่งอธิบายถึงขั้นตอนการ (Procedure) สิ่งกับ (Concept) วัตถุ หรือคุณสมบัติของวัตถุที่ใช้ในขั้นตอนการนั้นอย่างสมบูรณ์

ความสามารถในการให้นิยามปฏิบัติการ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้คำต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการสืบสวนสอบสวน หรือการทำการทดลอง เพื่อการสื่อความหมายที่ถูกต้อง เพราะว่า การให้นิยามที่จำกัดจำนวนของสิ่งของที่จะพิจารณา และขณะเดียวกันก็จำกัดถึงหลักฐาน หรือประสบการณ์ที่จำเป็นต่าง ๆ ที่จะรวบรวมนั้น มีประโยชน์มากกว่านิยาม ที่ต้องลอมเอาตัวแปรทุก ๆ อย่างเข้ามามาก หรือเดาที่จะประสบเข้ามาไว้มาก เช่น อาจให้นิยามว่าออกซิเจนคือ ก๊าซชนิดหนึ่งซึ่งทำให้เกิดเปลวขึ้นมา (สิ่งที่สังเกตเห็น) เมื่อแยกปลายรูปที่ติดไฟเป็นถ่านแดง (สิ่งที่กระทำ) เข้าไปในถังที่บรรจุก๊าซ กับนิยามที่ว่าออกซิเจนคือธาตุที่มีเลขอะตอม (Atomic Number) ๘ และมีน้ำหนักอะตอม (Atomic Weight) ๑๖ จะเห็นได้ว่า นิยามแรกนั้นสามารถทำให้เราบอกได้ก๊าซในถังนั้นเป็นออกซิเจนหรือไม่ ส่วนนิยามอันที่สองนั้นไม่สามารถทำให้ทราบได้ว่าก๊าซในถังนั้นเป็นออกซิเจนหรือไม่ นิยามประเภทแรกนั้นคือ นิยามปฏิบัติการ ซึ่งสามารถกำหนดให้แตกต่างกันไปได้อย่างแจ่มชัดตามการกระทำ หรือความต้องการของผู้ทดลอง กล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า นิยามปฏิบัติการนั้นประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ ๒ ส่วน คือ เราทำอะไร และเราสังเกตอะไร

การวางแผนและปฏิบัติการทดลอง (Experimenting) ก็คือ ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

๑. สามารถบ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ที่จะต้องควบคุม สามารถสร้างนิยามปฏิบัติการตามที่ต้องการ และสามารถสร้างและแสดงให้เห็นถึงการทดลอง การรวบรวม และการตีความหมายข้อมูลได้เมื่อกำหนดสมมุติฐานให้ สามารถเขียนรายงานผลการทดลอง ซึ่งรวมถึงการอธิบายผลว่าข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้นั้นสนับสนุนสมมุติฐานหรือไม่

๒. สามารถตั้งปัญหา สามารถสร้างการทดลองที่จะให้ข้อมูลเพื่อตอบปัญหานั้น สามารถตั้งข้อตั้ง
ตัวแปรที่ต้องควบคุม สามารถสร้างนิยามปฏิบัติการ สามารถแสดงการทำการทดลองให้เห็นได้ สามารถรวบรวม
และตีความหมายจากข้อมูลได้ และสามารถเขียนรายงานผลการทดลองได้

การทำการทดลองเป็นขบวนการที่รวบรวมเอาทักษะต่าง ๆ มาเข้าไว้ด้วยกัน ปกติแล้วการทดลอง
จะเริ่มต้นด้วยการสังเกต ซึ่งจะนำไปสู่การตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบ แต่บางครั้งนักวิจัยจะตั้งสมมุติฐานจาก
คำถามโดยตรงเลย แต่ไม่ว่าจะเริ่มต้นแบบไหนก็ตามลำดับขั้นตอนมาากคือ การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม สร้าง
นิยามปฏิบัติการ สร้างหรือวางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง รวบรวม และตีความหมายจากข้อมูล และ
บางครั้งก็ปรับปรุงสมมุติฐานที่กำลังทดสอบนั้น

✓ โคล (Cole, 1971 : 049514) ได้ทำการวิเคราะห์ขบวนการขั้นสูงของวิทยาศาสตร์
(Integrated Process) และได้สรุปผลว่า จุดมุ่งหมายและกิจกรรมส่วนใหญ่ในขบวนการขั้นสูงของ
วิทยาศาสตร์มีรากฐานอยู่ในการวิจัยทางจิตวิทยา (Psychological Research) เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

✓ เวเบอร์ (Weber, 1972 : 3582 - A) ได้ทำการศึกษาโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น ๒
กลุ่ม กลุ่มละ ๓๐ คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้หลักสูตร SCIS (Science Curriculum Improvement
Study) เพื่อพัฒนาทักษะของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกกลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ทักษะของ
ขบวนการวิทยาศาสตร์ในที่นี้ประกอบไปด้วย การตีความหมายจากข้อมูล และการดำเนินการทดลอง ผลปรากฏว่า
กลุ่มทดลองมีทักษะของขบวนการวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

✓ วิดเดิน (Widdeen, 1972 : 3583 - A) ได้ทำการศึกษากับนักเรียนจำนวน ๕๕ คน และ
ครู ๒๖ คน จากโรงเรียนสเปียร์ฟิช (Spearfish) และโรงเรียนสเตอร์กิส (Sturgis) โดยแบ่ง
นักเรียนออกเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ขบวนการทางวิทยาศาสตร์
(Science - A Process Approach) และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลอง
มีทักษะที่เกี่ยวกับด้านความรู้หรือความคิด (Cognitive Domain) สูงกว่ากลุ่มทดลอง และความเข้าใจ
ในขบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูนั้น มีผลต่อการงอกงามทางด้านความรู้ของนักเรียน

✓ บุตโรว์ (Butrow, 1971 : 052047) ได้นำแบบทดสอบขบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบ
ก่อนและหลังการสอน โดยใช้วิธีสอนแบบใช้ขบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชา Introductory Physical
Science จำนวน ๕ บทแรกกับนักเรียนเกรด ๔ จำนวน ๓๒ คน พบว่านักเรียนมีความสามารถสูงขึ้นในการ
ดำเนินการทดลอง (Experimenting) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะเหล่านี้
กับระดับสติปัญญา

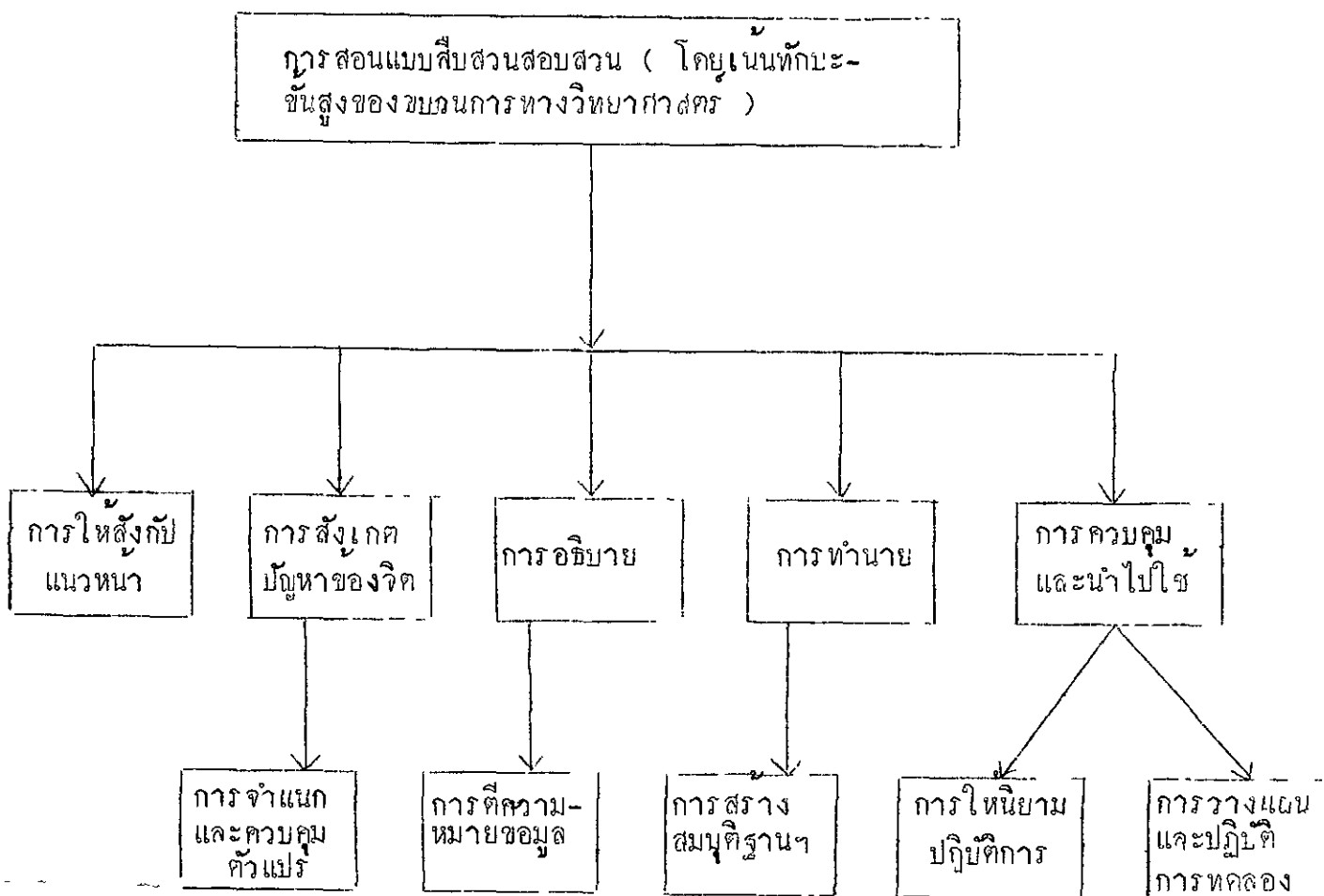
ฟิฟฟ์ (Fyffe, 1971 : 070585) ได้ทำการศึกษาพบว่า การตั้งสมมุติฐาน และการให้นิยามปฏิบัติการ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาแล้วนั้น สรุปได้ว่า การสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อระดับความรู้ สถิติปัญหา ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และพัฒนาทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน และทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการฝึกสอบสวนว่าองค์ประกอบต่าง ๆ นั้นสัมพันธ์กันอย่างไร และค้นหาว่าเหตุและผลเกี่ยวข้องกันอย่างไร จึงจะพบกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ดังต่อไปนี้ ซึ่งผู้เรียนจะได้อธิบายรวบรวมข้อมูล ตั้งสมมุติฐาน อธิบายสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล ซึ่งการสอนแบบนี้มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ การให้สังเกต แนวทาง การสังเกต การอธิบาย การทำนาย และการควบคุมและนำไปใช้ ส่วนทักษะขั้นสูงของกระบวนการวิทยาศาสตร์ซึ่งมีทั้งหมด ๕ ขั้น ดังนี้ คือ ขั้นการจำแนกและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูล การสร้างสมมุติฐานเพื่อทำการทดลอง การให้นิยามปฏิบัติการ และการวางแผนและปฏิบัติการทดลอง เป็นกระบวนการที่จะส่งเสริมความรู้ ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เด็กได้พัฒนาความสามารถในการวิจัย ค้นหาความรู้ ในการแก้ปัญหาที่ตนประสบ ดังนั้นการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) จะทำให้การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นระบบยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้ที่ได้รับการสอนแบบนี้ รู้จักวิธีการค้นคว้าวิจัย ในการหาความรู้ได้ดียิ่ง

ขั้นตอนในการสอนนั้น สามารถแสดงได้ดังภาพ ๒



ภาพ ๒ แผนผังการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูง
ของขบวนการทางวิทยาศาสตร์)

การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking)

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 145) ได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (Structure of Intellect Theory) และอธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์เป็นโครงหน้าสามมิติ (Three Faces of Intellect Model) ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

๑. เนื้อหา (Contents)
 - ๑.๑ ภาพ (Figural)
 - ๑.๒ สัญลักษณ์ (Symbol)
 - ๑.๓ ภาษา (Semantic)
 - ๑.๔ พฤติกรรม (Behavioral)
๒. ผลิตภัณฑ์ (Products)
 - ๒.๑ หน่วย (Unit)
 - ๒.๒ จำพวก (Classes)
 - ๒.๓ ความสัมพันธ์ (Relations)
 - ๒.๔ ระบบ (Systems)
 - ๒.๕ การแปลงรูป (Transformation)
 - ๒.๖ การประยุกต์ (Implications)
๓. การปฏิบัติการ (Operations)
 - ๓.๑ การรู้และเข้าใจ (Cognition)
 - ๓.๒ การจำ (Memory)
 - ๓.๓ การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking)
 - ๓.๔ การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking)
 - ๓.๕ การประเมินผล (Evaluation)

และกิลฟอร์ดได้ให้คำนิยามของการคิดแบบเอกนัยไว้ว่า หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะสรุปข้อมูลที่ดีที่สุด และถูกต้องที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้

กอสเมียร์ (Klausmeier, 1971 : 81 - 83) อธิบายว่า การคิดแบบเอกนัยเป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะสรุปข้อมูลที่ดีที่สุด และถูกต้องที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ เช่น สามารถบอกได้ว่า เลขตัวแรกที่ติดไปจาก ๒, ๔, ๘ คือ ๑๖

วินด์โฮลซ์ (Windholz, 1967 : 393 - 400) ได้นิยามการคิดแบบเอกนัยว่า เป็นการเกิด
ต่อเนื่องกันของความรู้จากข้อสนเทศต่าง ๆ (Information) ที่กำหนดให้

จากหำนิยามดังกล่าว จะเห็นไ้ว่าการคิดแบบเอกนัย เป็นการคิดจากหลาย ๆ ด้านมุ่งตรงเข้าหา
จุด ๆ เดียว ซึ่งตรงข้ามกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งมีลักษณะกลาย ๆ กับการคิดที่กระจายออกไปจาก
จุด ๆ หนึ่งที่กำหนดให้

แมกเคย์และกามิรอน (McKay and Cameron, 1968 : 315 - 318) อ้างถึงการศึกษ
ของฮัดสัน (Hudson) ว่า บุคคลที่มีความคิดแบบเอกนัยมีแนวโน้มที่จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ในวิชาวิทยาศาสตร์และภาษาศาสตร์สูง

วอร์ด (Ward, 1971 : 118) ได้ทำการทดลองกับเด็กนักเรียนเกรด ๔ - ๕ - ๖ พบว่า
การคิดแบบเอกนัยมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับระดับสติปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โกรฟเวอร์ (Grover, 1966 : 402 - 405) ทำการค้นคว้าว่า ระหว่างการสอนที่เน้นการ
ตอบ - ถาม โดยให้เด็กคิดแบบเอกนัยกับเอกนัยนั้น วิธีใดจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมากกว่ากัน โดย
ทำการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่กำลังเรียนในเกรด ๔ จำนวน ๑๐๐ คน และแบ่งออกเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มแรก
ได้รับการเน้นให้คิดแบบเอกนัย กลุ่มที่สองได้รับการเน้นให้คิดแบบเอกนัย พบว่าการเน้นให้คิดแบบเอกนัยจะ
มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษ มากกว่าการเน้นให้คิดแบบเอกนัย

ผลการศึกษาของแมกเคย์ วอร์ด และโกรฟเวอร์ ตามที่กล่าวมานั้นเป็นการสนับสนุนว่า การคิดแบบ
เอกนัยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แมคคอร์แมค (McCormack, 1969 : 119) ทำการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกฝนใน
ด้านสืบสวนสอบสวน วิเคราะห์ปัญหา และคิดอย่างริเริ่มสร้างสรรค์นั้น จะคิดในสิ่งต่าง ๆ ที่ได้อย่างชัดเจนแถว
(Originality) ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) สูงกว่านักเรียนที่ได้
รับการสอนแบบธรรมดา

แมคคอร์แมค (McCormack, 1971 : 301 - 305) ได้เสนอความคิดเห็นว่า วิธีการจัด
บทเรียนเพื่อพัฒนากระบวนการสืบสวนสอบสวนของซุคแมน (Suchman) เป็นการส่งเสริมปฏิบัติการการคิดแบบ
เอกนัย

บาร์ง บูดยงค์ (บาร์ง บูดยงค์, ๒๕๑๔ : ๔๖) ศึกษาพบว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่
ครู - นักเรียน เป็นผู้ถาม จะมีผลในการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ที่แสดงออกทางความถนัดแบบเอกนัย

จากการศึกษาของแมกคอร์แมค และบารุง บูดยงค์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีผลต่อความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความคิดแบบอเนกนัย

นอกจากนี้เทลโฟลด์ และซอร์เวย์ (Telfold and Sawray, 1967 : 137) กล่าวว่า การฝึกแบบเอกนัยเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ เพราะส่วนประกอบของการปฏิบัติการฝึกแบบเอกนัย จะปรากฏขึ้นก่อนที่กระบวนการคิดสร้างสรรค์จะสำเร็จ

นอกจากนี้เกรียงศักดิ์ พราวศรี (เกรียงศักดิ์ พราวศรี, ๒๕๑๖ : ๑๐๐) ทำการศึกษากับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษา ๕ ปีการศึกษา ๒๕๑๖ จำนวน ๗๒๐ คน พบว่าการฝึกแบบเอกนัยกับอเนกนัย มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ จากผลการศึกษาของเกรียงศักดิ์ พราวศรี เทลโฟลด์ บารุง บูดยงค์ และแมกคอร์แมค ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น นอกจากจะมีผลต่อการฝึกแบบอเนกนัยแล้ว ยังส่งผลต่อการฝึกแบบเอกนัยด้วย

จากผลการวิจัยและแนวคิดที่กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่า การฝึกแบบเอกนัยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ และความคิดแบบเอกนัย ทำให้ผู้เขียนเกิดแนวคิดว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ก็น่าจะมีผลต่อการฝึกแบบเอกนัยด้วย

การฝึกแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Thinking)

ทู ประธาน (ทู ประธาน, ๒๕๑๖ : ๕) ได้ให้นิยามของการฝึกแบบสืบสวนสอบสวนไว้ว่า คือ ความสามารถในการตั้งคำถามหรือสมมุติฐาน จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อที่จะตอบปัญหานั้น

คำถามอันเป็นผลจากการฝึกแบบสืบสวนสอบสวน แบ่งออกเป็น ๔ ลักษณะด้วยกัน คือ

๑. คำถามในลักษณะการสังเกต คือ คำถามที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

๑.๑ ถามเพื่อให้ได้ประสาทสัมผัสทั้ง ๕ ค้นหา คุณสมบัติ โครงสร้างและปริมาณของวัตถุ หรือสถานการณ์นั้น ๆ

๑.๒ ถามเกี่ยวกับคุณภาพของข้อมูล เช่น การจัดเข้าพวกจัดประเภท และชนิดของข้อมูล

๑.๓ ถามเพื่อให้ได้ประสาทสัมผัสทั้ง ๕ ค้นหาการเปลี่ยนแปลงของวัตถุหรือสถานการณ์นั้น ๆ

๒. คำถามในลักษณะการอธิบาย คือ คำถามที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- ๒.๑ ตามเกี่ยวกับการสรุปอ้างอิง หรืออธิบายข้อมูลที่ได้อาจการสังเกต
- ๒.๒ ตามเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้เกิดผล ความสัมพันธ์ของตัวแปร
- ๒.๓ ตามเกี่ยวกับทฤษฎี กฎเกณฑ์ และวิธีการต่าง ๆ ที่จะใช้อธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ
- ๒.๔ ตามเกี่ยวกับขบวนการของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ และเพื่อเปรียบเทียบระหว่างขบวนการนั้น ๆ

คำถามในลักษณะอธิบายนี้มักจะมีคำว่า ทำไม? อะไรเป็นสาเหตุ? อย่างไร? อยู่ด้วย

๓. คำถามในลักษณะการทำนายก็ถามเกี่ยวกับการคาดการณ์ล่วงหน้าหรือย้อนหลังถึงผลที่จะเกิดขึ้น เมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ ตามเกี่ยวกับการนำความสัมพันธ์หรือทฤษฎีที่ค้นพบไปใช้ในอนาคตก และถามในเชิงตั้งสมมุติฐานเพื่อทำการทดสอบต่อไป คำถามในลักษณะของการทำนายนี้มักจะมีอยู่ในรูปของ ถ้า... เป็นอย่างนั้นแล้ว จะเกิดอะไรขึ้น?

๔. คำถามในลักษณะการควบคุมและสร้างสรรค์ เป็นการถามถึงประโยชน์ที่จะได้จากทฤษฎี กฎเกณฑ์ที่ค้นพบ วิธีการจะนำเอาทฤษฎีไปใช้ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเกตแบบใหม่ การตั้งสมมุติฐาน แนวใหม่ ฯลฯ ส่วนใหญ่คำถามประเภทนี้เป็นคำถามเกี่ยวกับประยุกตวิทยา (Technology) คือ การนำเอาความรู้ทางค่านวิทยาศาสตร์มาใช้งานจริง ๆ

ซุคแมน (Suchman, 1962 : 1 - 4) กล่าวว่า ผู้ที่เรียนแบบสืบสวนจะมีอิสระที่จะคิดถาม ค้นคว้าหาความรู้ และความเข้าใจให้เป็นไปตามความต้องการ และความอยากรู้อยากเห็น นอกจากนี้การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ยังเป็นรากฐานที่จะก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการก่อให้เกิดความสงสัยแปลกใจและเปิดใจถามอย่างมีอิสระโดยทั่วไปแล้ว จะทำให้ผู้เรียนมีระบบแบบแผนที่จะคิดแบบสืบสวนสอบสวน

✓ บุพา อานันท์พิทักษ์ (วีรบุทข วิเชียรโชติ, ๒๕๐๕ : ๓) ทำการทดลองการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนประถมศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร นครหลวงกรุงเทพธนบุรี จำนวน ๖๔ คน แบ่งเป็น ๒ กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองสามารถแสดงความคิดสืบสวนสอบสวนจากสถานการณ์ที่กำหนด ให้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทัศนีย์ คุณาวีณาวิฑูริ (วีรบุทข วิเชียรโชติ, ๒๕๐๕ : ๔) ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนสาธิตแห่งพิทย จำนวน ๑๐๒ คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนประถมศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร จำนวน ๗๒ คน พบว่าภายหลังจากการสอนแบบสืบสวนสอบสวน แบบที่ครูเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนให้ถามประมาณ ๒๕% และ ๕๐% กับการสอนแบบเดิมแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ แบบ มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บำรุง บุญภักดิ์ (วีรบุรุษ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๕ : ๘) ได้ทำการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิด Active Inquiry กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๙ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร จำนวน ๒ ห้อง ห้องละ ๓๔ คน โดยห้องแรกสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งสอนแบบเดิมเป็นกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีความกึกก้องแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๕

✓ หนู ประชา (หนู ประชา ๒๕๑๖ : ๑๒๙) ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๙ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) มีการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่ช่วยขอทดสอบที่เป็นข้อความ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อคำถามสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม นอกจากนี้ยังพบว่า การคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ในทางบวก กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากทฤษฎีและผลงานวิจัยที่ผ่านมาจะเห็นว่า การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเป็นรากฐานที่จะนำไปสู่การค้นพบ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนจะพัฒนามาจากการที่ผู้เรียนได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งเมื่อพิจารณาต่อไปจะเห็นว่า ในการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะทางกระบวนการวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการคิดแบบสืบสวนสอบสวนจึงน่าจะสัมพันธ์กับทักษะทางกระบวนการวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Achievement)

✓ สมศักดิ์ สุนทรสุข, ๒๕๑๔ . ๕๕) ได้ทำการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๙ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ เพื่อเปรียบเทียบห้องควบคุมที่ได้รับการสอนแบบธรรมดาในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยนักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนนับขอความอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของบุญลือ ทองอยู่ (บุญลือ ทองอยู่, ๒๕๑๔ : ๕๘) ที่ได้ทำการศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๙ โรงเรียนยอธรรมาคารักษ์ ปีการศึกษา ๒๕๑๓ จำนวน ๑๔๓ คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

อรรถ เสรษฐดักโก (อรรถ เสรษฐดักโก, ๒๕๑๔ : ๒๒) ได้ทำการศึกษากับนักเรียนชั้นประถมปีที่ ๗ ปีการศึกษา ๒๕๑๓ โรงเรียนกอนเข้ปัฐกอนแวนต์ สามเสน พระนคร จำนวน ๑๒๗ คน พบว่าความสามารถด้านความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มนักเรียน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีมากกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนปานกลางและต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .๐๑

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น จะเห็นได้ว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้มีส่วนส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้น และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นก็มีความสัมพันธ์กับความถนัดแบบสืบสวนสอบสวน

ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

อิงลิช และอิงลิช (English and English, 1958 : 480) ได้นิยามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นทัศนคติเกี่ยวกับการค้นหาหรือแสวงหาความจริง ยิ่งกว่าที่จะหวังว่าสิ่งใดเป็นจริง

เฮนรี (Henry, 1960 : 36) กล่าวว่า ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์คือ การมีจิตใจกว้างขวาง (Open - Mindedness) มีความปรารถนาที่จะแสวงหาความรู้ทุกกอง มีความเชื่อมั่นในขบวนการที่ใช้แสวงหาความรู้และพร้อมเสมอที่จะพิสูจน์ หรือทดสอบความรู้ที่ใดมานี้ ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของพิทักษ์ วัชรพลเดช (พิทักษ์ วัชรพลเดช, ๒๕๑๓) ที่กล่าวว่า ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณธรรมที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ คนที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จะไม่เชื่อเรื่องผี ไม่เชื่อโชคลาง ไม่เชื่อคำทำนายของหมอดู เพราะสิ่งเหล่านี้ไม่ได้อาศัยเหตุผลที่เชื่อถือได้

แอสเทพ (Asep, 1970 : 4) ซึ่งเป็นโครงการศึกษาวิทยาศาสตร์ของออสเตรเลีย (Australian Science Education Project) ได้ชี้ให้เห็นว่า บุคคลที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้นควรประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

๑. มีหลักฐานมาสนับสนุนคำตอบ
๒. ไม่ตัดสินใจลงไปจนกว่าจะมีหลักฐานมาประกอบเพียงพอ
๓. ยอมเปิดใจความคิดเห็นในเมื่อมีข้อมูลที่ดีกว่า
๔. มีความเชื่อมั่นในการขบคิดปัญหาใหม่ ๆ
๕. พยายามหากอธิบายที่เหตุผล
๖. ชอบที่จะแสดงผลในรูปปริมาณ
๗. ยอมเปลี่ยนแปลง หรือกลายตามเมื่อมีการพิสูจน์ให้เห็น

๘. อคทน

๙. ใ้ความสนับสนุนต่อการศึกษาคหาวรรุ

๑๐. ใ้ความรวมนือ

๑๑. มีความอคทนต่อการแสดงความคิดเห็น หรือการวิพากษ์วิจารณ์ของค่นอื่น

๑๒. ดึงเกตลิ่งตาง ๆ ด้วยความซอัสัย

๑๓. ยอมรับขอบกพรองตามี

๑๔. มีความรับผิดชอบในการกระทำ และผลที่เกิขึ้น

เมื่อพิจารณาลักษณะสำคัญ ๆ แล้วจะเห็นว่ สอดคล้องกับความเห็นของพิทักษ์ รัชพล เกษ (พิทักษ์ รัชพล เกษ, ๒๕๑๓) ซึ่งกล่าวว่า องค์ประกอบของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้ กือ

๑. ยากูรอยากเห็นในลิ่งแวดลอม

๒. เชื่อว่าผลตาง ๆ จะเกิขึ้นไ้เพราะเหตุ

๓. เป็นค่นที่ยอมรับฟังความจริงใหม่ ๆ

๔. ใ้ความกืออย่างเหตุผล

๕. ไม่เชื่อในโชกลาง หรือคำทำนายที่ไม่มีเหตุผล

๖. พรอมที่จะเปลียนแปลงความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่

๗. พรอมที่จะยอมรับความจริง เมื่อมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือไ้

๘. ยอมรับนับถือความกือเพิ่มของผู้อื่น

๙. เป็นผู้ซอตรง อคทน บุคิธรรม และละเอียลละอ

เวลดเลอร์ (Raun and Butts, 1971 : 206 - 207) ได้วิจัยพบว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบบรรยายขอความจริงตาง ๆ (facts) ไ้มักเรียนฟังและเข้าไ้ค่นนั้น จะไม่ช่วยพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไ้กับนักเรียนเคย

การเคนเนอร์และเบอร์ท (Raun and Butts, 1971 : 206 - 207) ได้วิจัยพบว่า ความถึงใจเรียนในวิชาตาง ๆ กับทัศนคติของผูเรียนมีผลค่อกันมาก และไ้เสนอแนะว่ ถาต้องการไ้กับนักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชานั้น ๆ ควรจะไ้กับนักเรียนไ้มีส่วนเข้าร่วมในขบวนการเรียนอย่างเต็มที่ ไม่ควรจะให้กับเรียนไ้รับความรู้ (Passive) แต่เพียงอย่างเดียว

จากผลการวิจัยของเวลเลอร์และการเคนเนอร์และเบอร์ท ได้แสดงให้เห็นว่า การที่จะให้ครูเรียน มีทัศนคติที่ก่อวิชาวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องให้ครูเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนอย่างเต็มที่ และการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) นี้ก็ส่งเสริมให้ครูเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ดังนั้นการสอนแบบนี้ก็จะส่งเสริมให้ครูเรียน มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

สมพงษ์ รุจิรวรรณ (สมพงษ์ รุจิรวรรณ ๒๕๑๖ : ๕๑) ได้ทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๓ ปีการศึกษา ๒๕๑๕ จากโรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร โรงเรียนปากช่อง และโรงเรียนรุ่งอรุณวิทยา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๔๑๓ คน พบว่า ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

จากผลวิจัยที่กล่าวมาแล้ว จะสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) มีความสัมพันธ์กับทัศนคติ และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์

ความมีวินัยในตนเอง (Self Discipline)

กู๊ด (Good, 1959 : 676) ได้กล่าวว่า วินัยในตนเองหมายถึง การบังคับควบคุมพฤติกรรม ของบุคคล ไม่ให้บังคับโดยอำนาจภายนอก หากหมายถึงบังคับโดยอำนาจภายในบุคคลนั้นเอง (และเป็นการ อำนาจ อันเกิดจากการ เรียนรู้หรือการยอมรับในคุณค่าอันใดอันหนึ่ง ซึ่งทำให้บุคคลสามารถควบคุมบังคับพฤติกรรม ของ ตนเองได้

พรพิมล เฟื่องศรีทอง (พรพิมล เฟื่องศรีทอง, ๒๕๑๕ : ๒๔๗) กล่าวว่า วินัยในตนเองหมายถึง ความสามารถในการควบคุมตนเองได้ ทั้งในด้านการกระทำและพฤติกรรม ผู้ที่มีวินัยในตนเองและจะเป็น บุคคลที่รู้จักกาลเทศะ สนใจและเอาใจใส่ต่อสังคม เป็นผู้ที่ระเบียบและปฏิบัติตามกฎของสังคม

ฟิลลิส (Phyllis, 1965 : 5764 - A) ได้นำแบบสอบถาม Guilford Zimmerman Temperament Survey (GZTS) ศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนฝึกสอน พบว่าความสามารถในการควบคุมตนเองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการฝึกสอน กล่าวคือ นักเรียนที่ไคเกรด A จากการฝึกสอน และไคเกรด A จาก การได้เลี้ยง จะไคเกรดสูงในลักษณะด้านการควบคุมตนเอง และความรอบคอบ

วิกกินส์ (Wiggins, 1971 : 289) ได้อ้างถึงผลการศึกษาของโก (Gough) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมตนเองหรือวินัยแห่งตนเอง ของผู้ที่มีปัญหาทางความประพฤติ ๔ กลุ่มว่า ผู้ที่มีระดับของวินัยแห่งตนเอง สูงจะมีความรับผิดชอบมากกว่า ไม่กังวล มีความอดทนมากกว่า มีเหตุผลที่เป็นของตนเอง และมีความยืดหยุ่น ในทางความคิด

ซีแมนและอีวานส์ (Rotter, 1971 : 58) ได้ทำการศึกษาพบว่าคนไข้ที่มีทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมจากภายใน จะใส่ใจศึกษารายละเอียดอย่างอื่น ๆ เกี่ยวกับการรักษา และการปฏิบัติตัวให้เหมาะสม โดยซักถามนายแพทย์และพยาบาลอยู่เสมอ แสดงว่าบุคคลที่มีการควบคุมภายในอยู่ในระดับสูง เป็นผู้ที่มีประสิทธิภาพในการค้นหาหาความรู้เสมอ

บาร์ง บูดยงก์ (บาร์ง บูดยงก์, ๒๕๑๕ : ๘๒) ได้ทำการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติและนักเรียนเป็นผู้ถาม มีทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมจากภายในมากกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .๐๕

จากผลการศึกษาของบุคคลต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น สรุปได้ว่าวินัยในตนเองน่าจะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเองและความมีเหตุผล และจากการศึกษาของซีแมนและอีวานส์ และบาร์ง บูดยงก์ ได้ชี้ให้เห็นว่าการสอนวิทยาศาสตร์ (โดยเน้นทักษะขั้นสูงทางขบวนการ-วิทยาศาสตร์) น่าจะส่งเสริมให้บุคคลมีวินัยในตนเองสูงขึ้น

ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self Confidence)

เบรคเคนริดจ์ (Breckenridge, 1955 : 80, 249) ได้อ้างถึงการศึกษาของสโตรเธอร์ (Strother) แจก (Jack) และเพจ (Page) ซึ่งพบว่าคนที่ได้รับการยอมรับจากกรอบกว้าง จะเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เด็กสามารถพัฒนาความคิดเรื่องการนับถือตนเอง และความเชื่อมั่นในตนเอง เด็กที่มีความเชื่อมั่นในตนเองจะมีความสามารถในการควบคุมตนเอง มีความรับผิดชอบ และสามารถแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมด้วย สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้เด็กเกิดความเชื่อมั่นในตนเองได้แก่ การฝึกฝนเพิ่มเติมเป็นพิเศษอยู่เสมอ ... เด็กที่ขาดความเชื่อมั่นในตนเองคือ เด็กที่ไม่ยอมต่อสู้กับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับตนเอง

เบลล์ (Blair, 1968 : 138) กล่าวว่า คนที่ยอมรับสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ตนประสบโดยปราศจากความกลัวในความล้มเหลว จะเป็นบุคคลที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง

บาร์ช (Baruch, 1949 : 4 - 5) พบว่าผู้นำจะคงมีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของดักเกอร์ (Dugger, 1969 : 1817 - A) ที่พบว่าผู้นำจะมีความเชื่อมั่นในตนเองสูง และมีบุคลิกภาพแสดงตัวสูง และสไตรส์ (Stires, 1970 : 3511 - A) ก็ศึกษาพบว่า ผู้นำเป็นผู้ที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง ยิ่งมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงเท่าใดก็ยิ่งได้รับศรัทธาจากคนรอบข้างมากเท่านั้น

จากผลการศึกษาของบุคคลต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วนี้ ชี้ให้เห็นว่า ความเชื่อมั่นในตนเองนั้นจะทำให้บุคคลมีความรับผิดชอบ กล่าวที่จะแสดงออกซึ่งความภาคภูมิใจของตน กล่าวที่จะเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ โดยไม่ย่อท้ออุปสรรค และเป็นศรัทธา เชื่อถือของบุคคลอื่น

สมาคมเพื่อการศึกษาเด็กแห่งอเมริกา (Child Study Association of America, 1952 : 185 - 186) ได้ให้ความเห็นไว้ว่า ความเชื่อมั่นในตนเองจะเกิดขึ้นกับเด็กที่ประสบผลสำเร็จในการกระทำสิ่งต่าง ๆ เสมอ ๆ บุคคลใดยิ่งประสบความสำเร็จมากเท่าใด ก็ย่อมจะมีความเชื่อมั่นในตนเองมากเท่านั้น

สมาคมเอเอเอเอส (American Association for the Advancement of Science, 1970 : 4) กล่าวว่า เด็กสามารถที่จะทดลองใช้ขบวนการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ได้ เมื่อประสบผลสำเร็จ เขาก็จะชื่นชมในคุณค่าของการสืบสวนสอบสวนและเมื่อไม่ประสบผล ขบวนการสืบสวนสอบสวนก็จะสอนให้เด็กยอมรับว่า มีสิ่งที่เรายังไม่รู้อีกมากมายและก็ต้องไม่ทอดทิ้ง ต้องพยายามขจัดข้อผิดพลาดต่าง ๆ ออกไป เพื่อที่จะสนองความต้องการของเราในการดำเนินการค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใหม่ ๆ ครั่งก้อ ๆ ไป

จากคำกล่าวของสมาคมเอเอเอเอสนั้น จะเห็นได้ว่า ขบวนการสืบสวนสอบสวนนั้นจะช่วยใหญ่ เร็วขึ้นไม่ทอดทิ้งเมื่อประสบปัญหา และขณะเดียวกันก็ส่งเสริมประสิทธิภาพในการดำเนินงานต่าง ๆ มากขึ้น ซึ่งจะทำให้บุคคลนั้นได้มีโอกาสประสบผลสำเร็จมากยิ่งขึ้น เป็นการส่งเสริมให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเองขึ้น และจากการศึกษาของสามารธ ศรีจันทร์ (สามารธ ศรีจันทร์, ๒๕๑๖ . ๑๐๓) ก็แสดงให้เห็นว่า ขบวนการสืบสวนสอบสวนจะช่วยให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเองในตัวบุคคลขึ้น โดยที่สามารธ ศรีจันทร์ ได้ทำการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนสาธิตนำทิพย์ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ จำนวน ๓๔ คน และพบว่ากลุ่มเด็กที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีพฤติกรรมด้านความเชื่อมั่นในตนเองสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

สมมุติฐานในการทดลอง

จากทฤษฎีและผลการวิจัยต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วนั้น เราจะสรุปเป็นสมมุติฐานในการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

๑. กลุ่มทดลองจะมีคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกนัย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสามประเภท ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเองสูงขึ้น หลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์)

๒. กลุ่มควบคุมจะมีคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกนัย ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง ก่อนสอนและภายหลังการสอนแบบเดิมไม่แตกต่างกัน

๓. กลุ่มควบคุมจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งสามประเภท ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน

๔. กลุ่มทดลองจะมีคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกนัย ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสามประเภท ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม

๕. ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกนัย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสามประเภท ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง จะมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกัน (Inter Correlation) ในทางบวก

วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

การทดลองครั้งนี้กระทำกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยครูจันทระเกษม ปีการศึกษา ๒๕๑๖ การเลือกกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยอาศัยตาราง Random Number กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีจำนวน ๖๗ คน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตาราง ๑ : รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	วิธีสอน	จำนวนนักเรียน		
		หญิง	ชาย	รวม
กลุ่มควบคุม	แบบเดิม	๒๑	๑๒	๓๓
กลุ่มทดลอง	Passive Inquiry	๒๒	๑๒	๓๔

การดำเนินการวิจัย

ผู้เขียนดำเนินการวิจัย ตามลำดับขั้นดังนี้

๑. การเตรียมตัวก่อนการทดลอง

๑.๑ ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ธรรมชาติ และขั้นตอนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน จากทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๑.๒ นำหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๔ และ ๕ ของกรมการฝึกหัดครูมาวิเคราะห์โดยแยกวิเคราะห์ดังนี้

๑.๒.๑ วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของวิชาวิทยาศาสตร์ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร พร้อมทั้งกำหนดพฤติกรรมการคาดหวังจากจุดมุ่งหมายที่กำหนดขึ้น จุดมุ่งหมายในขั้นนี้แยกออกเป็น ๕ ชนิด ดังที่วีรบุรุษ วิเชียรโชติ เสนอไว้ดังนี้

- ก. ความคิด (Cognitive Domain : C) แบ่งเป็น
- เนื้อหา (ความรู้ ความจำ)
 - ขบวนการ ซึ่งประกอบด้วย ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล
- ข. อารมณ์ (Affective Domain : A) แบ่งเป็น
- ทศนคติและค่านิยม
 - ความสนใจ
 - ความซาบซึ้งในคุณค่า
- ค. การเคลื่อนไหว (Psychomotor or Behavior : B) แบ่งเป็น
- ทักษะ
 - การพัฒนาภาษาและการสื่อสาร
- ง. แรงขับ (Drive : D) แบ่งเป็น
- แรงจูงใจ (Motivation) ซึ่งไ้แก่ แรงจูงใจใฝ่รู้ แรงจูงใจใฝ่สัมพันธ์ แรงจูงใจใฝ่สังคม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และแรงจูงใจอาเวก
 - Incentive คือ สิ่งที่มากระตุ้นให้บุคคลเกิดแรงจูงใจ
- จ. พัฒนาการทางบุคลิกภาพ (Personality Development or Ego : E) แบ่งออกเป็น
- บุคลิกภาพแบบประชาธิปไตย
 - บุคลิกภาพที่สนใจหาความรู้อยู่เสมอ

จุดมุ่งหมายและพฤติกรรมที่คาดหวัง ซึ่งได้วิเคราะห์มาจากความมุ่งหมายของวิชาวิทยาศาสตร์

ทั่วไป ๔ และ ๕ มีดังนี้คือ

ทางด้านความคิด (Cognitive Domain)

C₁: มีความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๔ และ ๕ ความรู้ในขั้นนี้ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับ
ศัพท์เฉพาะ ข้อเท็จจริง หลักการทั่ว ๆ ไป และขบวนการต่าง ๆ

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₁

๑. จำและระลึกคำนิยามได้
๒. สามารถแยก จักประเภท และเปรียบเทียบความแตกต่างของความรู้ที่ได้รับจากบทเรียน
๓. สามารถบอกได้ว่า ความรู้ที่ได้รับนั้นถูกหรือผิด
๔. สามารถแยกข้อเท็จจริง ออกจากความคิดเห็นได้

C₂ : มีความเข้าใจในความรู้ คือ ศัพท์เฉพาะ ข้อเท็จจริง หลักการทั่วไป วิธีการและขั้นตอนการต่าง ๆ รวมทั้งวิธีกลอย่างมีเหตุผล พร้อมทั้งจะหาความจริงเพิ่มเติม

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₂

๑. สามารถแปลความของเรื่องราว หรือความรู้ได้
๒. สามารถตีความของเรื่องราว หรือความรู้ได้
๓. สามารถขยายความจากความรู้เหล่านั้นได้
๔. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในรูปประโยค หรือข้อความอื่นได้โดยถูกต้อง

C₃ : นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₃

๑. สามารถเลือกใช้สารเคมีที่ใช้ในมันได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย
๒. สามารถใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในมัน และเครื่องแสงได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย
๓. สามารถบำรุงรักษาเครื่องใช้ในบ้านชนิดต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพดีได้

C₄ : นำความรู้ที่ได้รับไปสอนในชั้นประถมศึกษาได้

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₄

๑. สามารถอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ให้คนอื่นเข้าใจได้
๒. สามารถใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้
๓. สามารถแนะแนวทาง หรือวิธีดำเนินการทดลองได้

C₅ : เข้าใจผลงานทางวิทยาศาสตร์ทั้งในคำที่เป็นคุณและโทษ ต่อตนเอง สังคม และโลก

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₅

๑. สามารถแปลความหมายของผลงานนั้นได้
๒. สามารถตีความของผลงานนั้นได้
๓. สามารถขยายความของผลงานนั้นได้

C₆ : รู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนได้

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₆

๑. สามารถกำหนดปัญหาในชีวิตประจำวันได้
๒. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาในชีวิตประจำวันได้
๓. รวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญห ในชีวิตประจำวันได้
๔. วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้
๕. สรุปประเมินผลการทดสอบสมมุติฐาน และเสนอแนะการแก้ปัญหาได้

- C₇ : มีทักษะในการค้นพบกฎเกณฑ์และความสัมพันธ์ในธรรมชาติ โดยใช้ความถึกแบบ

สืบสวนสอบสวน

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₇

- ตั้งคำถามตามลำดับขั้น โดยใช้ความถึกแบบสืบสวนสอบสวนได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้อง

C₈ : ทราบลักษณะโครงสร้างของการวิจัยเบื้องต้น ในด้านความรู้ ทักษะ และการนำไปใช้

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C₈

๑. อธิบายลักษณะการวิจัยเบื้องต้นได้
๒. วางแผนการวิจัยเบื้องต้นได้
๓. ดำเนินการวิจัยเบื้องต้นอย่างถูกต้อง และรวดเร็ว
๔. เขียนรายงานการวิจัยเบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง

C_9 : มีทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ๕ ประการ

หมายเหตุ พฤติกรรมที่คาดหวังของความมุ่งหมาย C_9 ปรากฏบทที่ ๑ เรื่องทักษะขั้นสูงของ
ขบวนการทางวิทยาศาสตร์

C_{10} : มีการคิดแบบเจกนัย

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย C_{10}

๑. บอกความสัมพันธ์ของรูปภาพจำนวนหลาย ๆ รูปที่กำหนดให้ได้
๒. บอกความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตหลายรูปที่กำหนดให้ได้
๓. บอกความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์หลาย ๆ อย่างที่กำหนดให้ได้
๔. บอกความสัมพันธ์ของคำหรือข้อความหลาย ๆ ประการที่กำหนดให้ได้
๕. สามารถคิดหาสิ่งที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว จากสิ่งเร้าหลาย ๆ อย่างที่กำหนด
ให้ได้อย่างมีเหตุผล

ทางด้านอารมณ์ (Affective Domain)

A_1 : มีความสนใจและซาบซึ้งในงานอภิเษกทางด้านวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย A_1

๑. เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์โดยไม่ต้องบังคับ ทั้งภายนอกและภายในโรงเรียน
๒. ขวนขวายหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการอ่าน ฟัง พูด และร่วมมือปราชญ์
๓. จัดตั้ง หรือเข้าร่วมชุมนุมวิทยาศาสตร์
๔. ทำงานอภิเษกทางวิทยาศาสตร์

A_2 : มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย A₂

๑. อยากรู้ อยากเห็นในสิ่งแวดลอม
๒. ยึดหลักเหตุผล
๓. ยึดหลักความจริง
๔. ยอมเปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อพบหลักฐานใหม่ที่ดีกว่า และถูกต้องกว่า
๕. ยอมรับนับถึงความคิดเห็นของผู้อื่น
๖. ให้ความร่วมมือ
๗. ไม่เชื่อโชคดวง
๘. อึดทน
๙. ซื่อตรง ยุติธรรม
๑๐. มีความรับผิดชอบ

ทางด้านการเคลื่อนไหว (Psychomotor Domain)

B₁ : มีทักษะในการทดลองวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย B₁

๑. ใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และเที่ยงตรง
๒. เก็บรักษาเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว
๓. สร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ ใช้ได้

ทางด้านแรงขับ (Drive)

D₁ : นำความรู้ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตน และของชุมชน ให้ดีขึ้นตามความเหมาะสมของท้องถิ่น

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย D₁

๑. นำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้ในเรื่องราวใหม่ ๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่น

๒. รักษาความสะอาดของชุมชน
๓. บำรุงรักษาสาธารณะสมบัติ

พัฒนาการทางบุคลิกภาพ (Personality Development)

E_1 : มีความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น และรู้จักสังเกตรวมชาติที่แวดล้อมตนอยู่

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย E_1

๑. ซักถามความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ
๒. รู้จักเขียนจดหมายเหตุมหาวิทยาลัย
๓. อ่านเอกสารหรือนิตยสาร ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นประจำ

E_2 : มีนิสัยในการริเริ่มและสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทางด้านวิชาการ ทักษะ การประดิษฐ์ การนำไปใช้ และการประกอบสัมมาอาชีพ

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย E_2

๑. รู้จักปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือเครื่องใช้ให้ดีขึ้น
๒. นำวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประกอบกันขึ้นเป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์
๓. บอกประโยชน์ของสิ่งต่าง ๆ ได้มากที่สุด
๔. สามารถเสนอความคิดใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์

E_3 : มีวินัยในตนเอง

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย E_3

๑. ซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น
๒. ดำเนินการตามที่ตั้งใจไว้อย่างเคร่งครัด
๓. เคารพ และปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ที่ตนยอมรับอย่างเคร่งครัด
๔. แสดงออกตรงตามที่ตนคิดไว้

E₄: มีความเชื่อมั่นในตนเอง

พฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมาย E₄

๑. กล้าในการคิด การพูด และการกระทำ
๒. ใจคอมั่นคง ไม่หวั่นไหวง่าย มีเหตุผล
๓. รอบคอบ มั่นคงงาน
๔. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ชอบทำสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ
๕. กล้าเสี่ยง (กล้าไถ่กล้าเสีย)
๖. ชอบแสดงตัว
๗. ไม่วิตกกังวลจนเกินไป
๘. เป็นผู้นำ
๙. รักความยุติธรรม
๑๐. ชอบช่วยเหลือผู้อื่น
๑๑. ชอบอิสระ ไม่โอ้อวด
๑๒. ตั้งจุดหมายไว้อย่างสูง และคิดว่าจะทำให้สำเร็จ
๑๓. มีความเกรงใจ และเห็นใจผู้อื่น

๑.๒.๒ ทำการวิเคราะห์เนื้อหา โดยดำเนินการดังนี้

– วิเคราะห์เนื้อหาวิชาศาสตร์ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ว่ามีคอนิโบบ้างที่ซ้ำกัน กับเนื้อหาวิชาศาสตร์ทั่วไป ๔ และ ๕ และมีคอนิโบบ้างที่ต้องนำมาใช้เน้ส้างกับเนวหนา ในการสอน วิชาศาสตร์ทั่วไป ๔ และ ๕

– วิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๔ และ ๕ และแบ่งออกเป็นหน่วยต่าง ๆ ที่จะใช้ทดลองสอนดังนี้

๑. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเกม
๒. สารเคมีที่ใช้ในบ้าน
๓. พลังงานอะตอม
๔. คลื่น
๕. เชื้อเพลิง
๖. การอุตสาหกรรม
๗. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน
๘. วงจรอิเล็กทรอนิกส์
๙. อุปกรณ์เกี่ยวกับแสง
๑๐. การลอยตัวของวัตถุ
๑๑. เครื่องกลที่ใช้ความร้อน

๑, ๒, ๓ สร้างโครงงานการสอน ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ

๑. Model แบ่งออกเป็น ๓ แบบ คือ

๑.๑ Model A เป็นโครงงานประเภทนามธรรม โดยครูเล่าเรื่องหรือสถานการณ์ให้นักศึกษาฟัง สร้างสถานการณ์ให้นักศึกษาเกิดความสงสัย

๑.๒ Model B เป็นโครงงานที่ใช้ภาพหรือแผนภูมิ แสดงให้นักศึกษาดูเพื่อให้นักศึกษาได้ซักถามและตีความหมายจากข้อมูลเหล่านั้น

๑.๓ Model C เป็นโครงงานประเภทรูปธรรม คือ มีการทดลองประกอบให้นักศึกษา

๒. อันดับการสอนก่อน อันดับกอนหลังของการสอน โดยสอนไปทีละอันกับเรียงกันไป และคำใบ้ถึงความต่อเนื่องของความรู้ที่นักศึกษาจะได้รับ

๓. การนำเสนอ Model เพื่อให้นักศึกษาได้สังเกต และคิดจนเกิดความสงสัยหรือปัญหาของจิต (Conceptual Conflict) ขึ้นมา

๔. จุดมุ่งหมาย ในแต่ละโครงงานการสอนจะระบุไว้ว่า มีจุดมุ่งหมายให้นักศึกษาเกิดอะไรบางอย่าง ซึ่งจะบอกไว้เป็นพฤติกรรม และพฤติกรรมเหล่านั้นจะกระโดดออกมาจากจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตร

๕. ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละโครงงานจะระบุไว้ว่า นักศึกษาต้องได้ทักษะอะไรบ้าง

๒.๖. ดังกับแนวทาง เป็นความรู้หรือประสบการณ์เกมที่จำเป็นสำหรับการเรียน ในแต่ละโครงงาน
 ๓. เนื้อหา (Content) หรือดังกับ (Concept) ที่ต้องการให้นักศึกษาเข้าใจและนำไปใช้ได้

๒.๘. พฤติกรรมที่คาดหวัง เป็นรายละเอียดของพฤติกรรมที่ควรเกิดขึ้นในนักศึกษา หลังจากการเรียนจากโครงงานการสอนนั้น ๆ ไปแล้ว

๒.๖ ๙. อุปกรณ์ คือ สิ่งที่จะนำมาใช้เพื่อช่วยให้นักศึกษาเกิดปัญหาคงจิต

๒.๗ ๑๐. พฤติกรรมการสอน ได้แก่ พฤติกรรมของครู ซึ่งแบ่งออกเป็น ๒ ประการ คือ

๑๐.๑ พฤติกรรมการพูด ได้แก่ การถามเพื่อให้นักศึกษาเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น หรือตั้งคำถามขึ้นมา พฤติกรรมการพูดของครูนี้จะช่วยชี้แนะจุดที่นักศึกษาควรจะต้องสังเกตหรือติดตามเป็นพิเศษ

๑๐.๒ พฤติกรรมการทำ ได้แก่ การทำการทดลองใหญ่

๒.๘ ๑๑. พฤติกรรมการเรียน คือ พฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งเป็นการตอบคำถามของครูซึ่งจะนำไปสู่การสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปร การอธิบาย เพื่อที่จะได้คำตอบที่ถูกต้อง การสรุปหาความสัมพันธ์ของตัวแปร รวมทั้งการตั้งคำถามตามขั้นหึ่งของการคิดแบบสืบสวนสอบสวน

๒.๗ ๑๒. การประเมินผล ในแต่ละโครงงานการสอนจะมีการประเมินผล โดยวิธีที่แตกต่างกันไปเช่น การทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ การเขียนรายงาน การให้การบ้านไปทำ การซักถาม ฯลฯ

หมายเหตุ ตัวอย่างของโครงงาน การสอนมีแสดงไว้ในภาคผนวก

๒. ดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ ผู้เขียนได้ใช้วิธีสอน ๒ แบบ คือ วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการวิทยาศาสตร์) และวิธีสอนแบบเกม ทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยดำเนินการสอนดังนี้

๒.๑ กลุ่มทดลองใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการ-วิทยาศาสตร์) ชนิด Passive Inquiry ซึ่งผู้เขียนทำการสอนด้วยตนเอง

๒.๒ กลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบเกม ซึ่งมีอาจารย์ประจำวิชาอีกท่านหนึ่งเป็นผู้สอน

กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเป็นเวลา ๒ ภาคเรียน คือ ภาคเรียนที่ ๒ และภาคเรียนที่ ๓ ของปีการศึกษา ๒๕๖๒ และเนื้อหาในการสอนเป็นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๔ และ ๕

๓. การเก็บรวบรวมข้อมูล

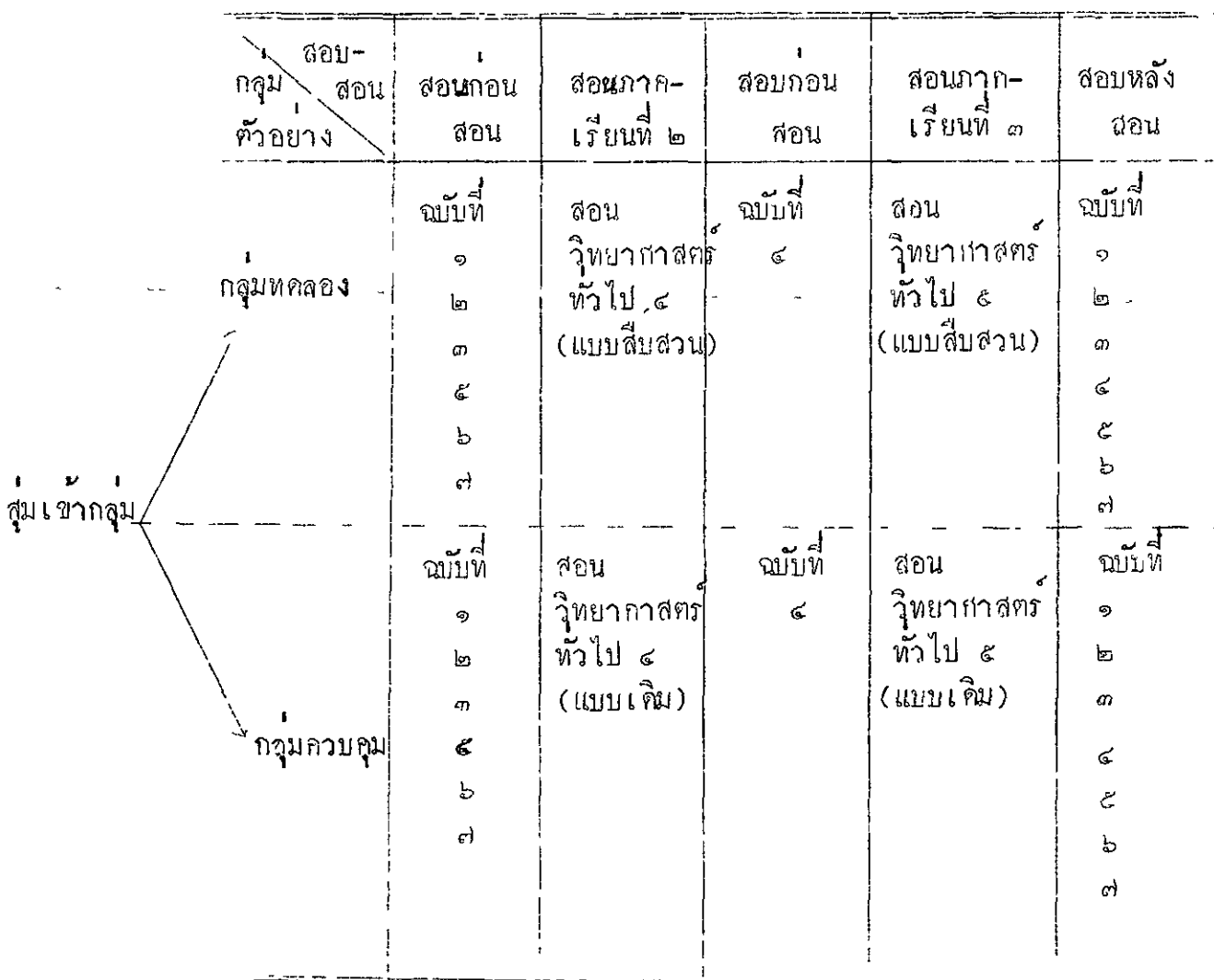
การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

๓.๑ ก่อนทำการสอนในภาคเรียนที่ ๒ ผู้เขียนทำแบบทดสอบ ๒ ฉบับ คือ แบบทดสอบทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน การคิดแบบเอกไทย พัฒนคติทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ส่วนแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕ นั้น ทำการทดสอบเมื่อสิ้นภาคเรียนที่ ๒

๓.๒ แบบทดสอบทั้ง ๓ ฉบับได้นำมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งหนึ่ง เมื่อสิ้นภาคเรียนที่ ๓ จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ขั้นตอนต่าง ๆ ของการทดลองแสดงไว้อย่างในภาพ ๓

ภาพ ๓ ขั้นตอนของการทดลอง



- หมายเหตุ ฉบับที่ ๑ คือ แบบทดสอบทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ฉบับที่ ๒ คือ แบบทดสอบการกึกแบบสืบสวนสอบสวน
 ฉบับที่ ๓ คือ แบบทดสอบการกึกแบบเอกนัย
 ฉบับที่ ๔ คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 ฉบับที่ ๕ คือ แบบทดสอบทักษะทางวิทยาศาสตร์
 ฉบับที่ ๖ คือ แบบทดสอบความเชื่อมั่นในตนเอง
 ฉบับที่ ๗ คือ แบบทดสอบความมีวินัยในตนเอง

๔. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

๑. แบบทดสอบทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่สถาบันฯ

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดสร้างขึ้น ผู้เขียนนำไปทดลองสอบเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยนำไปทดลองสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๖ ของวิทยาลัยครูจันทระเกษม และวิทยาลัยครูพรหมนคร จำนวน ๓๔ คน และ ๔๒ คนตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ได้ข้อคำถามที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างและมีอำนาจการจำแนกสูง ($t > 1.67$) ทั้งหมดจำนวน ๑๕ ข้อ คำถามซึ่งแยกตามทักษะต่าง ๆ ได้ดังนี้ การโน้มนำปฏิบัติการข้อ ๑ - ๔ การจำแนกควบคุมตัวแปรข้อ ๕ - ๘ การตั้งสมมุติฐานข้อ ๙ - ๑๖ การวางแผนและปฏิบัติการทดลองข้อ ๑๓ - ๑๕ และการตีความหมายจากข้อมูลข้อ ๑๖ - ๑๘

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัย ชนิดเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากจำนวนตัวเลือก ๕ ตัว และการให้คะแนนของแต่ละข้อเป็นแบบ ๐,๑ กล่าวคือ ตอบถูกได้ ๑ คะแนน ถ้าตอบผิดให้ ๐ คะแนน

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

จากการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร K.R 21 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ๐.๓๘๓๒

ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity) ของแบบทดสอบ

เนื่องจากทักษะเหล่านี้เป็นก้าวแปดใหม่ ยากต่อการที่จะหาแบบทดสอบอื่น ๆ มาเป็นเกณฑ์ในการหาความเที่ยงตรงโดยวิธีการ Posteriori Approach ผู้เขียนจึงหาความเที่ยงตรงเป็นแบบ Face Validity โดยให้ผู้เชี่ยวชาญของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นผู้พิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อวัดตรงตามคุณลักษณะ หรือทักษะต่าง ๆ ตามนิยามที่ให้ไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นการดำเนินการตามวิธี Priori Approach

๒. แบบทดสอบการฝึกแบบสืบสวนสอบสวน

แบบทดสอบการฝึกแบบสืบสวนสอบสวนนี้ เป็นแบบทดสอบที่อรทัย เศรษฐ์ศักดิ์ และ นุชฉัตร ทองอยู่ ได้จัดสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบฉบับชั่วคราวจำนวน ๑๐ ข้อ ซึ่งได้ทำการวิจัยไว้กับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ผู้เขียนนำไปทดลองสอบเพื่อวิเคราะห์ และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยนำไปทดลองสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒ วิทยาลัยครูอุดรธานี จำนวน ๔๔ คน

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ข้อคำถามที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างและมีอำนาจการจำแนกสูง ($t > 1.67$) ทั้งหมด จำนวน ๔ ข้อคำถาม

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

ในแต่ละข้อคำถามของแบบทดสอบฉบับนี้ จะกำหนดข้อความให้ ๑ ข้อความ แล้วให้นักศึกษาพยายามตั้งคำถามเกี่ยวกับข้อความที่กำหนดให้นั้น ในมากที่สุดเท่าที่จะมากได้

การให้คะแนนแบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ

๑. คะแนนประเภทจำนวน ได้แก่ จำนวนคำถามทั้งหมดที่นักศึกษาตั้งขึ้นมา ซึ่งได้แก่ คำถามแบบสังเกต อธิบาย ทำนาย และควบคุม คำถามทุกลักษณะได้คะแนน ๑ คะแนนต่อ ๑ ข้อ แล้วรวมคะแนนทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นคะแนนประเภทจำนวน

๒. คะแนนประเภทคุณภาพ ให้คะแนนตามลักษณะคำถามดังนี้ คือ

- คำถามประเภทสังเกต ให้ ๑ คะแนน
- คำถามประเภทอธิบาย ให้ ๒ คะแนน
- คำถามประเภททำนาย ให้ ๓ คะแนน
- คำถามประเภทควบคุม หรือนำไปใช้ ให้ ๔ คะแนน

การที่ให้คะแนนตามลำดับเช่นนี้ ก็เพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถภาพในการคิด ซึ่งเริ่มต้นจากการคิดแบบสังเกตเป็นแบบที่ง่ายที่สุด ประเภทอธิบาย ทำนาย และนำไปใช้ก็ยากเป็นลำดับขึ้นมา นำคะแนนที่ได้รวมกันเข้าเป็นคะแนนประเภทคุณภาพ และคำถามใดจะให้คะแนนก็ต่อเมื่ออยู่ใน ๔ ลักษณะดังกล่าวแล้ว ก็คือ

ก. คำถามประเภทการสังเกต ได้แก่ คำถามที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- ถามเกี่ยวกับการสังเกต คุณภาพของข้อมูล เช่น จักเขาพวก จัดประเภทของข้อมูล
- ถามเกี่ยวกับการสังเกตปริมาณของข้อมูล เป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับการวัด
- ถามเกี่ยวกับคุณสมบัติ ธรรมชาติ โครงสร้าง และพฤติกรรมของข้อมูล
- ถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล เท่าที่สังเกตได้ควยประสาทสัมผัสทั้งห้า

คำถามประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า และมักจะมีคำว่าเท่าไร? อะไร? เมื่อไร? ที่ไหน? อยู่ควย

ข. คำถามประเภทอธิบาย ได้แก่ คำถามที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- ถามหาสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- ถามหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม
- ถามหา ทฤษฎี วิธีการ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ และความกิดเห็นอย่างมีเหตุผล ที่จะอธิบายข้อสงสัยที่เกิดขึ้น
- ถามถึงขบวนการของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ซับซ้อน
- ถามเพื่อเปรียบเทียบขบวนการของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ

คำถามประเภทนี้ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการหาความสัมพันธ์ในรูปของ $y = f(x)$ ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และในคำถามนั้นมักจะมีคำว่าทำไม? อย่างไร? เพราะอะไร? อยู่ควย

ค. คำถามประเภททำนาย มีลักษณะดังนี้

- ถามในรูปของการคาดคะเนล่วงหน้าหรือย้อนหลัง การคาดการณ์
- ถามถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้น เมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง หรือหลาย ๆ ตัว
- ถามในเชิงตั้งสมมุติฐานเพื่อทำการทดสอบต่อไป

คำถามประเภทนี้อาจจะตอบได้ หรือบางทีก็ยังไม่ตอบได้ แต่จะถามแน่นอนได้ตรงตามข้อมูลที่
ที่ได้จากการสังเกต หรือทฤษฎี หรือกฎเกณฑ์ ที่ตั้งขึ้นมาในขั้นการอธิบาย คำถามประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเกี่ยว
ข้องกับการนำเอาความสัมพันธ์ที่พบนั้น ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือที่แตกต่างออกไปจากเดิม และจะ
มีคำว่า ถ้าเป็นอย่างนั้นแล้วจะเป็นอย่างไรต่อไป รอยุ่ด้วย

ง. คำถามประเภทควบคุมหรือนำไปใช้ มีลักษณะดังนี้

- ถามเกี่ยวกับการควบคุมสิ่งแวดล้อม หรือธรรมชาติให้เป็นไปตามความต้องการของ
มนุษย์
- ถามเกี่ยวกับการปรับปรุง แก้อัปเดตของเดิมให้ดียิ่งขึ้น
- ถามถึงวิธีการที่จะนำเอาความรู้ที่พบ ไปใช้ให้เป็นประโยชน์
- ถามในแนวของความคิดสร้างสรรค์

ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity) ของแบบทดสอบ

การคำนวณหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของเครื่องมือ ผู้เขียนได้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความ
เที่ยงตรงเชิงทฤษฎีกับเกณฑ์ภายนอก โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ

ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนการกักแบบสับสนสับสนส่วนที่ได้จากแบบทดสอบ มีความสัมพันธ์เชิง
เส้นตรงกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .005
($r = 0.37$) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและผลงานวิจัยในบทที่ ๑ แสดงว่าแบบทดสอบการกักแบบสับสนสับสน
นี้มีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสูง สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้

๓. แบบทดสอบการกักแบบเอกนัย

แบบทดสอบการกักแบบเอกนัยนี้ เป็นแบบทดสอบที่ เกรียงศักดิ์ พราวศรี ได้จัดสร้าง
ขึ้นจำนวน ๔๔ ข้อ และได้ทำการวิจัยไว้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ผู้เขียนนำไปทดลองสอบเพื่อวิเคราะห์
และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยนำไปทดลองสอบกับนักศึกษาระดับปีที่ ๒
ปีการศึกษา ๒๕๖๖ วิทยาลัยครูอุดรธานี จำนวน ๔๔ คน

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ได้ข้อคำถามที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง และมีอำนาจ
จำแนกสูง ($t > 1.67$) ทั้งหมดจำนวน ๓๒ ข้อ

ลักษณะและเกณฑ์ในการทรวใจให้คะแนนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้ ประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากจำนวนตัวเลือก ๕ ตัว และการให้คะแนนของแต่ละข้อเป็นแบบ ๐,๑ กล่าวคือ ตอบถูกได้ ๑ คะแนน แต่ตอบผิดให้ ๐

คะแนน

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร K.R 21 ของคูเคอร์ริชาร์คสัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ๐.๕๕๔๔

ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบ

การคำนวณหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของเกรงม่อ ผู้เขียนได้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีกับเกณฑ์ภายนอก โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ

ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนการคิดแบบเอกนัยที่ได้จากแบบทดสอบ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๕ ($r = 0.43$) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและผลงานวิจัยในบทที่ ๑ แสดงว่าแบบทดสอบการคิดแบบเอกนัยนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสูง สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้

๔. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕ -

ผู้เขียนได้ร่วมมือกับสัตยา ทิพเสนา สร้างแบบทดสอบขึ้น โดยดำเนินการตามลำดับ

ขั้นตอน คือ

๑. วิเคราะห์หลักสูตร

๒. สร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

๓. นำข้อสอบไปทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๖ ซึ่งเคยเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕ มาแล้ว โดยทดสอบกับนักศึกษาจากวิทยาลัยครูพระนคร จำนวน ๒๖ คน และจากวิทยาลัยครูนครปฐม จำนวน ๓๘ คน

๔. นำข้อคำถาม (Items) มาวิเคราะห์ โดยใช้ตารางของ จูง เก ฟาน

(Fan's Table) และเลือกไว้เฉพาะข้อที่มีค่า P ตั้งแต่ .๒ - .๘ และค่า r มากกว่า .๒ ขึ้นไป จำนวนข้อสอบที่เลือกไว้ทั้งหมด เป็นจำนวน ๔๐ ข้อ

ตาราง ๒ : การวิเคราะห์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕

เนื้อหา	ความรู้	ความ - เข้าใจ	การนำ- ไปใช้	การคิด วิเคราะห์	การคิด สังเคราะห์	การ- ประเมิน ผล	รวม
๑. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	๔	๖	๔	๒	๑	๑	๒๒
๒. วงจรอิเล็กทรอนิกส์	๔	๖	๔	๒	๑	๑	๒๒
๓. นวัตกรรม	๒	๓	๓	๑	๑	๑	๑๑
๔. กล้องถ่ายรูป	๒	๓	๒	๑	๑	๑	๑๐
๕. เครื่องฉาย	๓	๒	๒	๑	๑	๑	๑๐
๖. การจอยตัว	๔	๕	๒	๑	๑	๒	๑๕
๗. เครื่องกลที่ใช้ความร้อน	๒	๓	๒	๑	๑	๑	๑๐
รวม	๒๑	๒๘	๒๗	๙	๗	๘	๑๐๐

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัย ชนิดเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจากจำนวนตัวเลือก ๕ ตัว และการให้คะแนนของแต่ละข้อเป็นแบบ ๐,๑ กล่าวคือ ตอบถูกได้ ๑ คะแนน ถ้าตอบผิดให้ ๐ คะแนน

การประเมินความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร K.R. 21 ของคูเปอร์
 ริชาร์ดสัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ๐.๘๗๕๕

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content - Validity) ของแบบทดสอบ

เนื่องจากแบบทดสอบนี้ สร้างขึ้นตาม ๖ ๖ การวิเคราะห์หลักสูตร จึงถือได้ว่ามีความเที่ยงตรง
 เชิงเนื้อหา

การหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบ

การกำหนดหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของเครื่องมือ ผู้เขียนได้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีกับเกณฑ์ภายนอก โดยให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบ มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00๕ ($r = 0.37$) กับคะแนนเฉลี่ย (Grade) ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๕ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและผลงานวิจัยในบทที่ ๑ แสดงว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์นี้ มีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสูง สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้

๕. แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่สมพงษ์ รุจิวรรณ ได้จัดสร้างขึ้นจำนวน ๔๐ ข้อ และได้ทำการวิจัยไว้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ผู้เขียนนำไปทดลองสอบเพื่อนำมาวิเคราะห์ และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยนำไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒ ของวิทยาลัยบูรพศึกษา จำนวน ๘๕ คน

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ได้ข้อคำถามที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง และมีอำนาจการจำแนกสูง ($t > 1.67$) ทั้งหมดจำนวน ๓๐ ข้อคำถาม

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ซึ่งมีข้อความทั้งที่เป็นพฤติกรรมทางค่านิยมและค่านิยม ข้อความที่แสดงพฤติกรรมทางค่านิยมทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก็ให้คะแนน ๔, ๓, ๒, ๑, ๐ เมื่อทำเครื่องหมายตรงช่อง เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ ส่วนข้อความที่แสดงพฤติกรรมทางค่านิยมทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้คะแนน ๐, ๑, ๒, ๓, ๔ เมื่อทำเครื่องหมายตรงช่อง เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการกำหนดหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร K.R. 20 ของกูเคอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ๐.๘๖๔

ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบ

การกำหนดค่าความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของเครื่องมือ ผู้เขียนได้กำหนดหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีกับเกณฑ์ภายนอก โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ

ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00๕ ($r = 0.68$) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี และผลการวิจัยในบทที่ ๑ แสดงว่าแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นี้มีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสูง สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้

๖. แบบทดสอบความเชื่อมั่นในตนเอง

แบบทดสอบความเชื่อมั่นในตนเองนี้ เป็นแบบทดสอบที่ รุชีพร อ่อนโกลดสูง ได้จัดสร้างขึ้นจำนวน ๔๙ ข้อ ซึ่งได้ทำการวิจัยไว้กับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ผู้เขียนนำไปทดลองสอบเพื่อทำการวิเคราะห์และปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยนำไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒ วิทยาลัยครูอุดรธานี จำนวน ๔๙ คน

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างและมีอำนาจจำแนก

สูง ($t > 1.67$) ทั้งหมดจำนวน ๓๐ ข้อ ค่าถ่วง

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบนี้มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ซึ่งคำตอบที่ตรงกับพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นในตนเองให้ ๒ คะแนน คำตอบที่ตรงกับพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นในตนเองเป็นบางส่วนให้ ๑ คะแนน และถ้าไม่ตรงกับพฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นในตนเองเลย ก็ไม่ได้คะแนน

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการกำหนดหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R. 20 ของกุญเฑาะว์ วิทยารัตน ไคลาความเชื่อมั่น ๐.๗๖๘๒

ค่าความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบ

การกำหนดค่าความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของเครื่องมือ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการที่เรียกว่า Known - Group Technique โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น ๒ กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง และกลุ่มที่มีความเชื่อมั่นในตนเองต่ำ (การแบ่งกลุ่มอาศัยนักศึกษำในการวิจัยเป็นผู้นประเมิน นักศึกษาอื่น ๆ ในกลุ่ม ว่าใครเป็นผู้ที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง)

จากนั้นทำการตรวจสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มโดยใช้ $t - test$ ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ($t = 2.0084$) แสดงว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้น มีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีภายในแบบทดสอบสูง

๓. แบบทดสอบความมีวินัยในตนเอง

แบบทดสอบความมีวินัยในตนเองนี้ เป็นแบบทดสอบที่คณะนิติศาสตร์ ปีที่ ๒ แผนก วิชาและจิตวิทยาการศึกษา ปีการศึกษา ๒๕๑๕ ได้จัดทำขึ้น จำนวน ๕๐ ข้อ และได้ทำการวิจัยไว้กับนิสิต ชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ผู้เขียนนำไปทดลองสอบเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงให้เหมาะสม กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยนำไปทดลองสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๑๖ วิทยาลัยกฎ อุดรธานี จำนวน ๘๘ คน

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ได้ข้อคำถามที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างและมีอำนาจการ จำแนกสูง ($t > 1.67$) ทั้งหมดจำนวน ๓๒ ข้อคำถาม

ลักษณะและเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า ซึ่งกำหนดจุดเลือกทิศทางของ พฤติกรรมที่แสดงถึงลักษณะความมีวินัยในตนเอง ไปในทางบวกทั้งหมดให้ ๔ คะแนน ถ้าเลือกทิศทางไปใน ทางบวกเป็นบางส่วน ก็ให้คะแนนลดหลั่นลงมาเป็น ๓, ๒, ๑ ตามลำดับ และให้คะแนน ๐ เมื่อเลือกแสดง พฤติกรรมไปในทางลบทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการกำหนดหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเกอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น ๐.๘๖๔๔

การหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบ

การคำนวณหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีของเครื่องมือ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้เขียนใช้วิธีการที่เรียกว่า Known - Group Technique โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น ๒ กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่มีความเชื่อมั่นสูง และกลุ่มที่มีความเชื่อมั่นต่ำ (การแบ่งกลุ่มอาศัยนักการศึกษาในการวิจัยเป็นผู้ประเมิน นักศึกษาอื่น ๆ ในกลุ่มว่าใครเป็นผู้ที่มีความมั่นใจในตนเองสูง)

จากนั้นทำการตรวจสอบค่าเฉลี่ยของคะแนน ที่ได้จากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างทั้ง ๒ กลุ่ม โดยใช้ $t - test$ ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ($t = 1.7892$) แสดงว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้น มีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีภายในแบบทดสอบสูง

๕. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

๕.๑ หากสถิติพื้นฐาน (Guilford, 1960 : 44) คือ

- คะแนนเฉลี่ย
- ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

๕.๒ หากความสัมพันธ์สัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยวิธี Product Moment Correlation (Garrett, 1966 : 143)

๕.๓ ทดสอบความแตกต่างของคะแนนพัฒนาการของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ $t - statistic$ ชนิด Related Sample (Ferguson, 1966 : 154)

๕.๔ เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance) (Lindquist, 1956 : 319 - 323)

บทที่ ๓
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์

เพื่อความสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์และความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายข้อมูลที่จะกล่าวในบทนี้ จึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

X, Y	แทน	คะแนนจากการสอบครั้งแรก (Pretest) และการสอบครั้งหลัง (Post - Test) ตามลำดับ
D	แทน	ผลต่างของ X และ Y
$\bar{X}, \bar{Y}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งแรก (Pretest) และการสอบครั้งหลัง (Post - Test) ตามลำดับ
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
df	แทน	degree of freedom
S_D	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความแตกต่างของการทดสอบก่อนและหลังสอน
SS	แทน	Sum Square
SP	แทน	Sum Product
MS	แทน	Mean Square
SS'	แทน	Adjusted Sum Square
MS'	แทน	Adjusted Mean Square
$\bar{Y}$	แทน	Adjusted Mean Y
IS	แทน	ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์
OI	แทน	ความมีวินัยในตนเอง
CV	แทน	การคิดแบบเอกนัย
AC	แทน	ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อศึกษาคะแนนรวม

BT	แทน	ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ
AP	แทน	ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ
CF	แทน	ความเชื่อมั่นในตนเอง
AT	แทน	ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
QT	แทน	การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทที่คิดคะแนนคุณภาพ
QL	แทน	การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทที่คิดคะแนนจำนวนข้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์และการแปลความหมายของข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ผู้เขียนแบ่งการนำเสนอออกเป็นตอน ๆ ดังต่อไปนี้

๑. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนและหลังการสอน
 ๒. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน การคิดแบบเอกลักษ์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง
 ๓. ศึกษาพัฒนาการของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดตามที่กล่าวมาในข้อ ๒ ทั้งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เพื่อเปรียบเทียบคะแนนของการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน
 ๔. เปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับผลของการสอนแบบเดิมที่มีต่อตัวแปรทั้งหมดตามที่กล่าวมาแล้วในข้อ ๒ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance)
 ๕. ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนและหลังสอน
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่าง ๆ ปรากฏผลดังนี้

ตาราง ๓ ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่างๆ ที่ทดสอบก่อนและหลังการ สอนของกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม

แบบ ทดสอบ	N	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
		ก่อนการ สอน		หลังการ สอน		ก่อนการ สอน		หลังการ สอน	
		$\bar{X}$	S	$\bar{Y}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{Y}$	S
IS	๓๐	๗.๒๐๐๐	๒.๗๐๖๖	๗.๘๐๐๐	๒.๒๑๒๑	๘.๑๐๐๐	๑.๘๖๘๒	๘.๔๓๓๓	๒.๑๐๖๔
DI	๓๐	๗๔.๔๓๓๓	๑๐.๐๕๘๘	๗๓.๓๓๓๓	๘.๖๓๔๔	๗๒.๘๓๓๓	๙.๐๑๑๔	๖๙.๘๐๐๐	๑๒.๑๙๖๗
CV	๓๐	๒๑.๗๖๖๗	๔.๕๒๑๗	๒๓.๐๓๓๓	๓.๕๓๕๕	๒๑.๒๐๐๐	๒.๙๓๗๗	๒๑.๗๐๐๐	๓.๗๙๘๔
AC	๓๐	๒๙.๓๖๖๗	๗.๗๗๘๑	๔๘.๗๓๓๓	๗.๐๗๐๘	๒๕.๒๖๖๗	๖.๒๓๔๐	๓๒.๓๖๖๗	๗.๒๙๖๐
CF	๓๐	๓๗.๕๓๓๓	๔.๙๓๑๑	๔๐.๗๐๐๐	๔.๗๖๖๗	๔๐.๑๖๖๗	๕.๒๒๘๗	๓๙.๘๖๖๗	๖.๑๐๓๒
AT	๓๐	๘๘.๔๐๐๐	๘.๗๖๕๘	๙๒.๗๖๖๗	๑๐.๖๑๘๘	๘๒.๓๐๐๐	๘.๐๙๕๘	๘๘.๔๓๓๓	๗.๗๗๙๐
QT	๓๐	๕๘.๒๐๐๐	๑๘.๓๖๖๗	๕๒.๘๓๓๓	๒๑.๙๐๘๘	๖๘.๒๐๐๐	๑๔.๕๕๕๕	๖๕.๑๖๖๗	๑๐.๖๗๑๗
QL	๓๐	๔๓.๕๓๓๓	๑๔.๕๖๘๘	๔๒.๕๓๓๓	๑๕.๒๖๖๗	๕๓.๔๐๐๐	๑๓.๖๖๖๗	๕๔.๕๓๓๓	๑๐.๓๖๖๗
MM	๓๐	๕.๔๐๐๐	๒.๑๖๖๗	๘.๕๐๐๐	๒.๕๖๖๗	๕.๐๓๓๓	๒.๑๘๓๓	๕.๙๖๖๗	๒.๑๓๖๗
AP	๓๐	๒๔.๒๓๓๓	๕.๔๑๔๑	๓๘.๕๖๖๗	๖.๓๙๑๑	๒๑.๕๐๐๐	๕.๑๓๖๗	๒๖.๖๓๓๓	๕.๘๙๖๗

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังสอนของตัวแปรต่างๆ

ซึ่งแยกพิจารณาแต่ละตัวแปรได้ดังนี้

- คะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ (IS) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นหลังจากทำการสอนแล้ว คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุมเล็กน้อย และการกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองลดลงเล็กน้อย ส่วนกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยภายหลังจากการสอนแล้ว

- คะแนนความมีวินัยในตนเอง (DI) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมลดลงภายหลังการ สอน แต่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมลดลงมากกว่ากลุ่มทดลอง ส่วนการกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองลดลงเล็กน้อย แต่กลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นมากภายหลังการ สอน

- คะแนนความคิดเอกลัทธิ (CV) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นหลังจากทำการสอน และคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุม นอกจากนั้นการกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองลดลงเล็กน้อย ส่วนของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นภายหลังทำการสอนและคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุมมาก ส่วนการกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองลดลงเพียงเล็กน้อย แต่กลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากทำการสอน

- คะแนนความเชื่อมั่นในตนเอง (CI^r) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้น แต่กลุ่มควบคุมลดลงเพียงเล็กน้อย ภายหลังทำการสอน ส่วนการกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองลดลงเล็กน้อย แต่กลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ภายหลังทำการสอน

✓ คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (A T) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมาก ส่วนกลุ่มควบคุมลดลง และการกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้น แต่กลุ่มควบคุมลดลงเล็กน้อย ภายหลังทำการสอน

- คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้วยความเมื่อศึกษาค้นคว้า (Q T) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้น แต่กลุ่มควบคุมลดลง ส่วนการกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมาก แต่ของกลุ่มควบคุมลดลงมาก ภายหลังทำการสอน

- คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้วยความเมื่อศึกษาค้นคว้าจำนวนข้อ (Q L) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองลดลงเล็กน้อย แต่กลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนการกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และกลุ่มควบคุมลดลงมาก

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ (M I) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นภายหลังทำการสอน แต่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุม ส่วนการกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ของกลุ่มควบคุมลดลงเพียงเล็กน้อย เกือบจะเท่าเดิมทั้งสองกลุ่ม

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ (M P) พบว่า คะแนนเฉลี่ยและการกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น ภายหลังทำการสอน แต่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุมมาก ส่วนการกระจายของคะแนนของ

กลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุมเพียงเล็กน้อย ซึ่งเกือบจะเท่ากัน

๒. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบเอเจนซี่ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความมีวินัยในตนเอง และความเชื่อมั่นในตนเอง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ เป็นการตรวจสอบสมมุติฐานข้อที่ ๕ ซึ่งผู้เขียนได้ตั้งไว้ว่า

"ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบเอเจนซี่ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งสองประเภท ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งสามประเภท ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง จะมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกันในทางบวก"

ในการตรวจสอบสมมุติฐานข้อนี้ ผู้เขียนใช้ *Product Moment Correlation* เป็นค่าสถิติในการตรวจสอบ และแยกการวิเคราะห์ความสัมพันธ์นี้ตามประเภทของกลุ่มในการทดลอง แต่ละกลุ่มก็แยกวิเคราะห์ออกเป็น ๒ ตอน คือ ตอนก่อนสอนและหลังสอน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผล ดังต่อไปนี้

๒.๑ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มทดลอง

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในการศึกษาของกลุ่มทดลองตอน

ทำการสอน ปรากฏผลดังตาราง ๔

ตาราง ๔ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆก่อนการสอนของกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	IS	DI	CV	AC	CF	AT	QT	QL	MM	AP
IS	-	-๐.๑๔๖๘	.๑๔๑๓	.๑๒๕๘	.๒๒๗๓	-๐.๐๖๖๓	.๑๘๔๕	.๑๖๘๐	-๐.๑๑๑๘	-๐.๐๓๖๕
DI		-	-๐.๑๙๔๓	-๐.๑๒๖๖	.๐๙๒๑	-๐.๐๓๗๙	.๐๐๒๒	.๐๓๕๕	.๐๒๙๓	-๐.๑๕๘๐
CV			-	.๐๖๕๐	.๒๙๕๘*	.๓๗๔๑*	.๐๐๓๘	-๐.๐๔๙๓	-๐.๒๔๕๕	-๐.๐๐๔๙
AC				-	.๐๒๗๙	-๐.๑๘๓๕	.๐๔๗๓	.๐๑๔๐	.๒๑๖๙***	.๗๔๙๙***
CF					-	.๐๕๒๙	.๒๑๐๓	.๑๘๔๙	-๐.๐๔๕๘	-๐.๑๑๓๓
AT						-	.๒๔๓๔	.๒๒๖๘	-๐.๑๖๔๗	-๐.๓๐๕๔
QT							-	.๙๔๙๖	.๑๐๒๕	-๐.๐๙๙๑
QL								-	.๑๑๕๘	-๐.๑๔๙๙
MM									-	.๑๙๗๘
AP										-

* $P < .05$ * * $P < .01$ *** $P < .001$

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มทดลองก่อนการสอน พบว่า

- ทักษะพื้นฐานของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ (IS) มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์

ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยจำคะแนนรวม และทั้งประเภทความจำและไปใช้ความจำ ทักษะคิด-
ทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบอุปนัย การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อวิเคราะห์ภาพและจำนวนข้อ
ความเชื่อมั่นและความเข้าใจในตนเอง อย่างไรก็ตามมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ความมีวินัยในตนเอง (DI) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน การคิดแบบเอเจนซี และความเชื่อมั่นในตนเอง ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- การคิดแบบเอเจนซี (CV) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และการคิดแบบเอเจนซีมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ความมีวินัยในตนเอง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ และที่ไม่ใช่ความจำ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (AC) ความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ และประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ และมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบเอเจนซี การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- ความเชื่อมั่นในตนเอง (CF) มีความสัมพันธ์กับการคิดแบบเอเจนซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ

- ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ (AT) มีความสัมพันธ์กับการคิดแบบเอเจนซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพ (QT) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำแนกข้ออย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ และมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตัวอื่น ๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทที่คิดคะแนนจำนวนข้อ (QN) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ แต่มีความสัมพันธ์กับคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่คิดคะแนนคุณภาพ (QT) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งประเภทความจำ (MM) และที่ไม่ใช่ความจำ (AP) ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ นอกจากผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อคิดคะแนนรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้ภายหลังการสอน ปรากฏผลดังตาราง ๕

ตาราง ๕ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆหลังการสอบของกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	IS	DI	CV	AC	CF	AT	QT	QL	MM	AP
IS	-	-0.2502	.0888	-0.6888	-0.2774	-0.2622	.2383	.0822	0.0000	.9588
DI		-	-0.0766	.2897	.3887	.9789	.2882	.2880	.9788	.8233 [*]
CV			-	.9888	.9887	-0.2072	.9288	-0.0888	.9288	.8310 ^{**}
AC				-	.0066	.9982	.0208	-0.9980	.9888	.8880 ^{***}
CF					-	.9889	-0.0880	-0.0779	-0.9788	.2188
AT						-	.0772	.9882	.0208	-0.0231
QT							-	.8888	-0.0787	.9888
QL								-	-0.9882	-0.0008
MM									-	.8888 ^{***}
AP										-

*P < .05

**P < .01

***P < .001

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มทดลองภายหลังการสอบจากตาราง ๕ พบว่า

- ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ (ความมีวินัย

ในตนเอง ความเชื่อมั่นในตนเอง การคิดแบบเจกนัย การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งสองประเภท ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งประเภทความจำและที่ใช้ไขความจำ) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

- ความมีวินัยในตนเอง มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ใช้ไขความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่ไม่พบความ

สัมพันธ์กับตัวแปรตัวอื่น ๆ (ตัวแปรตัวอื่น ๆ คือ ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบเอเจนัย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

- การคิดแบบเอเจนัยมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไปใช้ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ตัวแปรอื่น ๆ คือ ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม ความเชื่อมั่นในตนเอง ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งประเภทที่คิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและที่ไม่ใช้ความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบเอเจนัย ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งประเภทที่คิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง และความเชื่อมั่นในตนเอง) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนประเภทที่ไม่ใช้ความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .๐๐๑ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยและความเชื่อมั่นในตนเอง การคิดแบบเอเจนัย การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งประเภทที่คิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ ทักษะทางวิทยาศาสตร์) และพบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช้ความจำมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทที่คิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- ความเชื่อมั่นในตนเองมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบเอเจนัย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อคิดคะแนนรวม ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งประเภทที่คิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งประเภทความจำและที่ไม่ใช้ความจำ) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่

สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

- ทักษะทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง ความเชื่อมั่นในตนเอง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยคิดคะแนนรวม การคิดแบบเอกลัษณ์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งประเภทที่คิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง การคิดแบบเอกลัษณ์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดแบบสืบสวนเพื่อคิดคะแนนจำนวนข้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

๒.๒ การศึกษาสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในการศึกษาของกลุ่มควบคุม ก่อน

ทำการสอน ปรากฏผลดังตาราง ๖

ตาราง ๖ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร ว่างๆ ก่อนการสอนของกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	IS	DI	CV	AC	CF	AT	QT	QL	MM	AP
IS	-	-0.0๓๐๓	0.๐๗๕๓	0.๐๕๐๖	-0.๐๐๐๕๑	0.๑๕๕๒	-0.๑๕๗๕	-0.๐๘๒๔	0.๓๕๐๖ *	-0.๑๘๕๘
DI		-	0.๐๕๒๘	0.๑๑๕๕	0.๐๘๔๘	-0.๐๑๕๔	-0.๑๓๒๐	0.๐๒๒๖	0.๐๗๑๘	0.๑๒๘๕
CV			-	0.๐๕๐๘	0.๑๕๕๕	0.๑๕๖๑	-0.๐๒๘๔	-0.๐๕๐๕	0.๑๗๘๗	-0.๐๒๘๗
AC				-	0.๒๒๗๑ *	-0.๐๖๘๓	-0.๐๘๐๕	-0.๐๗๖๗	0.๖๘๒๐ ***	0.๕๑๑๕ *
CF					-	0.๐๗๖๘	-0.๓๕๘๑ *	-0.๓๐๗๒	0.๑๘๕๗	0.๓๕๖๕ *
AT						-	-0.๑๕๗๕	-0.๑๗๘๒	-0.๑๓๔๕	-0.๑๕๕๕
QT							-	0.๕๐๖๓ ***	-0.๐๗๒๐	-0.๑๐๗๓
QL								-	-0.๐๐๕๗	-0.๑๕๓๓
MM									-	0.๓๕๖๕ *
AP										-

*P < .05

**P < .01

***P < .001

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มควบคุมก่อนการสอนจากตาราง ๖ พบว่า

- ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ และมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- ความมีวินัยในตนเองมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
- การคิดแบบแยกนัย มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความ

เชื่อมั่นในตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐ และมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและที่ไม่ได้จำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑

นอกจากนี้มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- ความเชื่อมั่นในตนเอง มีความสัมพันธ์ในทางลบกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทที่คิดคะแนนคุณภาพ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ และมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๑ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ

- ทักษะทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ และพบความสัมพันธ์ในทางลบกับความเชื่อมั่นในตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ

- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ และทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและความเชื่อมั่นในตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ และมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้ ภายหลังจากการสอนแล้ว ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังตาราง ๘

ตาราง ๗ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆหลังการสอนของกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	IS	DI	CV	AC	CF	AT	QT	QL	MM	AP
IS	-	.๑๓๘๑	-.๐.๐๓๕๕	.๒๒๗๗	.๐๒๓๗	.๑๓๒๗	-.๐.๐๗๒๔	-.๐.๐๘๕๘	.๐๓๖๖	.๓๔๖๖
DI		-	-.๐.๐๐๓๕	.๑๓๑๒	.๑๕๔๖	.๒๗๓๕	-.๐.๐๕๗๑	-.๐.๑๐๕๓	.๐๐๒๘	.๑๗๗๖
CV			-	.๐๓๔๕	.๓๘๘๕*	-.๐.๐๕๑๑	.๒๔๕๖	.๒๒๓๗	.๑๕๕๗	-.๐.๐๓๓๔
AC				-	-.๐.๒๒๓๕	.๒๘๒๐	.๒๖๑๒	.๒๒๖๒	.๗๔๐๖**	.๕๔๑๖*
CF					-	.๐๔๐๕	-.๐.๐๕๕๕	-.๐.๑๖๕๒	-.๐.๒๐๗๔	-.๐.๒๒๖๗
AT						-	-.๐.๐๔๘๗	-.๐.๑๑๗๐	.๑๖๗๓	.๒๕๕๕
QT							-	.๕๖๕๓***	.๔๔๗๖**	.๑๐๘๖
QL								-	.๓๕๓๗*	.๐๘๔๔
MM									-	.๕๕๕๖***
AP										-

*P < .05

**P < .01

***P < .001

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มควบคุมภายหลังจากสอนจากตาราง ๗ พบว่า

- ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช้ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆคือ ความมีวินัยในตนเอง การคิดแบบเอเจนซี ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม ความเชื่อมั่นในตนเอง หัตถคดีทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำแนกข้อ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

-ความมีวินัยในตนเอง มีความสัมพันธ์กับ ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบเอเจนซี ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม ประเภทความจำ และที่ไม่ใช้ความจำ ความเชื่อมั่นในตนเอง หัตถคดีทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบ-

สืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

- การคิดแบบเอกนัย มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม และทั้งประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง การคิดแบบเอกนัย ความเชื่อมั่นในตนเอง ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง การคิดแบบเอกนัย ความเชื่อมั่นในตนเอง ทักษะทางวิทยาศาสตร์) นอกจากนี้ยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ความเชื่อมั่นในตนเอง ความมีวินัยในตนเอง การคิดแบบเอกนัย ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

- ความเชื่อมั่นในตนเอง มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม และทั้งประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

- ทักษะทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง การคิดแบบเอกนัย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม และทั้งประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ ความเชื่อมั่นในตนเอง การคิดแบบ

สืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

- การศึกษารูปแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการศึกษารูปแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยและความเชื่อมั่นในตนเอง การศึกษารูปแบบเอกนัย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม และรวมทั้งประเภทที่ไม่ใช่ความจำ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ยังพบว่าการศึกษาแบบสืบสวนสอบสวนประเภทที่คิดคะแนนจำนวนข้อ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ (ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยและความเชื่อมั่นในตนเอง การศึกษารูปแบบเอกนัย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม และประเภทที่ไม่ใช่ความจำ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

๓. ศึกษาพัฒนาการ ของคะแนนของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยเปรียบเทียบคะแนนของการทดสอบก่อนทำการสอนและหลังทำการสอน

๓.๑ พัฒนาการของกลุ่มทดลอง

การศึกษาค้นคว้าพัฒนาการของคะแนนของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มทดลอง เป็นการตรวจสอบสมมุติฐาน ซึ่งผู้เขียนตั้งไว้ดังนี้

สมมุติฐาน ๑ "กลุ่มทดลองจะมีคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การศึกษารูปแบบสืบสวนสอบสวนทั้งสองประเภท การศึกษารูปแบบเอกนัย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสามประเภท ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเองสูงขึ้นหลังจากได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์)"

ในการตรวจสอบสมมุติฐานข้อนี้ ผู้เขียนใช้ $t - statistic$ เป็นค่าสถิติในการตรวจสอบ ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง ๔

ตาราง ๘ พัฒนาการของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มทดลองเมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน

ตัวแปร	II	ΣD	$\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}$	t
IS	๓๐	๑๘.๐๐	๑๕.๙๕๖	๑.๑๔๐
DI	๓๐	-๓๓.๐๐	๙๑.๘๑๐	-๐.๘๕๘
CV	๓๐	๓๘.๐๐๐	๒๐.๙๕๑	๑.๘๒๘*
AC	๓๐	๕๘๑.๐๐๐	๔๕.๖๔๐	๑๒.๕๐๐***
CF	๓๐	๘๕.๐๐๐	๒๓.๔๑๘	๔.๐๕๗***
AT	๓๐	๑๓๑.๐๐๐	๒๐.๖๔๔	๒.๑๕๘*
QT	๓๐	๑๔๒.๐๐๐	๑๒๓.๘๖๘	๑.๑๔๖
QL	๓๐	-๓๓.๐๐๐	๘๕.๑๒๕	-๐.๓๘๘
MT	๓๐	๑๒๓.๐๐๐	๑๖.๖๙๒	๓.๓๗๘***
AP	๓๐	๔๓๐.๐๐๐	๔๔.๘๘๘	๘.๕๗๗***

*P < .05

***P < .001

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการของคะแนนด้านต่าง ๆ ของกลุ่มทดลองจากตาราง ๘ พบว่า

คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยกิกคะแนนรวม และทั้งประเภทความจำ และที่ไม่ใช่ความจำ และความเชื่อมั่นในตนเอง ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๑ ที่ตั้งไว้ และพบว่า คะแนนการคิดแบบเอกลัษณ์ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๑ ที่ตั้งไว้ แต่คะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่คิดคะแนนคุณภาพสูงขึ้นมากกว่าก่อนสอน แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนความมีวินัยในตนเอง คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่คิดคะแนน

จำนวนลดลงจากก่อนสอน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย

๓.๒ พัฒนาการ ของกลุ่มควบคุม

การติดตามพัฒนาการ ของคะแนนด้านต่าง ๆ ของกลุ่มควบคุม เป็นการตรวจสอบสมมุติฐานซึ่งผู้เขียนตั้งไว้ดังนี้

สมมุติฐานข้อ ๒ "กลุ่มควบคุมจะมีคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกนัย ทักษะคติทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง ก่อนสอน และภายหลังการสอนไม่แตกต่างกัน"

และสมมุติฐานข้อ ๓ "กลุ่มควบคุมจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งสามประเภท ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน"

ในการตรวจสอบสมมุติฐานเหล่านี้ ผู้เขียนใช้ t - statistic เป็นค่าสถิติในการตรวจสอบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง ๔

ตาราง ๔ พัฒนาการ ของคะแนนของตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน

ตัวแปร	N	ΣD	$\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}$	t
IS	๓๐	๑๐.๐๐๐	๑๒.๔๑๒	๐.๗๘๑
DI	๓๐	-๘๑.๐๐๐	๖๓.๔๕๐	-๑.๔๒๕
CV	๓๐	๑๕.๐๐๐	๑๘.๔๐๖	๐.๘๑๕
AC	๓๐	๒๑๓.๐๐๐	๓๘.๑๗๕	๕.๕๘๐***
CT	๓๐	-๕.๐๐๐	๓๗.๕๖๘	-๐.๒๘๐
AT	๓๐	-๘๖.๐๐๐	๔๕.๔๓๕	-๑.๘๕๓
QT	๓๐	-๘๑.๐๐๐	๘๔.๙๙๓	-๑.๐๗๑
QL	๓๐	๓๔.๐๐๐	๗๐.๑๒๔	.๔๘๕
MM	๓๐	๕๘.๐๐๐	๑๑.๕๐๑	๕.๐๔๓***
AP	๓๐	๑๘๕.๐๐๐	๓๓.๓๘๖	๕.๖๑๓**'

***P < .๐๐1

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการของคะแนนด้านต่าง ๆ ของกลุ่มควบคุมจากตาราง ๕ พบว่า

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ (AC) และทั้งประเภทความจำเพาะที่ไม่ใช่ความจำ ภายหลังจากการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๓ ที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนของตัวแปรอื่น ๆ ก่อนสอนและภายหลังจากการสอนของกลุ่มควบคุมนี้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๒ ที่ตั้งไว้

๔. การศึกษาเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นการตรวจสอบสมมุติฐานซึ่งผู้เขียนได้ตั้งไว้ดังนี้

สมมุติฐานข้อ ๔ "กลุ่มทดลองจะมีพัฒนาการของคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งสองประเภท การคิดแบบเอกนัย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งสามประเภท ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมีวินัยในตนเองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ในการตรวจสอบสมมุติฐานข้อนี้ ผู้เขียนใช้วิธีการ Analysis of Covariance ตรวจสอบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางต่อไปนี้

การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) และวิธีสอนแบบเดิมที่ต่อคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตาราง ๑๐

ตาราง ๑๐ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทักษะชั้นสูงของขบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	Y'	
								กลุ่ม ควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๑๐.๔๒	.๔๒	๒.๙๒	.๐๓	๑	.๐๒	.๐๐๓๙	๘.๐๓	๘.๐๓
Error	๒๙๘.๕๗	๒๙๐.๐๓	๙๕.๖๓	๒๓๘.๔๐	๕๗	๕.๒			
Total	๓๐๘.๙๙	๒๙๐.๔๕	๙๘.๕๕	๒๓๘.๔๓	๕๘				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๐ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนน
ทักษะชั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนทั้งสองแบบส่งผลต่อคะแนน
ทักษะชั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะชั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) และวิธีสอนแบบเดิมที่มีต่อคะแนนความมีวินัยในตนเองของกลุ่มตัวอย่าง
ปรากฏผลดังตาราง ๑๑

ตาราง ๑๑ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความมีวินัยในตนเองของ
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	Y'	
								กลุ่ม ควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๓๘.๔๐	๑๔๗.๒๗	๔๔.๘๐	๑๓๒.๓๔	๑	๓๘.๓๘	๑.๑๔๓๘	๗๐.๐๔	๗๓.๐๖
Error	๕๔๗๑.๕๓	๗๒๕๗.๕๗	๑๘๘๙.๖๗	๖๔๔๕.๘๕	๕๗	๑๖๕.๗๐			
Total	๕๕๐๙.๙๓	๗๔๐๔.๘๔	๑๙๓๔.๔๗	๖๕๗๘.๑๙	๕๘				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากการาง ๑๑ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนความเข้าใจในตนเองของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนทั้งสองแบบส่งผลต่อคะแนนความเข้าใจในตนเองไม่แตกต่างกัน

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) และวิธีสอนแบบเดิมที่มีคะแนนการคิดแบบเอกลัษณ์ของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๒

ตาราง ๑๒ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการคิดแบบเอกลัษณ์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}$	
								กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๔.๘๒	๒๒.๖๗	๑๐.๓๓	๑๕.๘๒	๑	๑๕.๘๒	๑.๖๘๘๐	๒๑.๘๕	๒๒.๘๘
Error	๘๗๒.๑๗	๔๐๓.๒๗	๔๖๕.๐๓	๕๕๕.๓๑	๕๗	๙.๗๔			
Total	๘๗๖.๙๘	๔๒๕.๙๔	๔๗๕.๓๖	๕๗๑.๑๓	๕๘				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากการาง ๑๒ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนการคิดแบบเอกลัษณ์ของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนทั้งสองแบบส่งผลต่อคะแนนการคิดแบบเอกลัษณ์ไม่แตกต่างกัน

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) และวิธีสอนแบบเดิมที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดระแนรวมของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๓

ตาราง ๑๓ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
วิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	Y	
								กลุ่ม ควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๒๕๒.๑๕	๔๐๑๘.๐๒	๑๐๐๖.๕๕	๒๕๐๙.๕๑	๑	๒๕๐๙.๕๑	๒๒.๘๒	๓๓.๓๐	๔๗.๔๐
Error	๒๕๔๐.๘๓	๓๐๕๖.๘๓	๑๓๕๔.๐๐	๒๕๔๑.๘๐	๕๗	๔๓.๕๔			
Total	๓๒๙๒.๙๘	๗๐๗๔.๘๕	๒๓๖๐.๕๕	๕๐๕๑.๓๐	๕๘				

***P < .001

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๓ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวมสูงกว่าการสอนแบบเดิม

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิม ที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๔

ตาราง ๑๔ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์
ประเภทความจำของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	Y	
								กลุ่ม ควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๒๔.๐๒	๑๔๗.๒๗	๗๒.๘๓	๑๓๑.๕๕	๑	๑๓๑.๕๕	๒๔.๒๕๗๔	๖.๑๔	๙.๒๕
Error	๒๗๔.๑๗	๒๙๒.๕๓	๘๗.๐๓	๒๖๕.๒๕	๕๗	๔.๖๔			
Total	๓๐๖.๑๙	๔๓๙.๘๐	๑๕๙.๘๖	๓๙๖.๘๐	๕๘				

***P < .001

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๔ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ ซึ่งแสดงว่าวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) ส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำสูงกว่าวิธีสอนแบบเดิม

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมที่มีต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไปใช้ความจำของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๕

ตาราง ๑๕ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช้ความจำของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	Y	
								กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๑๑๒.๑๗	๒๐๑๘.๕๐	๘๗๕.๖๐	๑๖๓๘.๘๘	๑	๑๖๓๘.๘๘	๔๐.๕๖ ^{***}	๒๕๑.๓๓	๓๘๑.๑๗
Error	๑๖๗๑.๘๗	๒๓๗๐.๓๓	๔๕๐.๕๓	๑๖๒๖.๓๒	๕๗	๒๙.๐๖			
Total	๑๗๘๓.๑๓	๔๓๘๘.๘๓	๑๓๒๖.๑๓	๓๒๖๕.๒๐	๕๘				

***P < .001

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๕ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) ส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช้ความจำสูงกว่าวิธีสอนแบบเดิม

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับการสอนแบบเดิม ที่มีต่อคะแนนความเชื่อมั่นในตนเองของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๖

ตาราง ๑๖ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความเชื่อมั่นในตนเองของ
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}$	
								กลุ่ม ควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๑๐๘.๐๒	๑๕.๐๐	-๓๙.๕๐	๓๓.๕๖	๑	๓๓.๕๖	๓.๙๐๕๑	๓๙.๒๓	๔๑.๘๖
Error	๑๕๔๙.๖๓	๑๘๖๐.๙๓	๓๕๖.๘๐	๑๔๔๑.๓๓	๕๗	๒๕.๒๙			
Total	๑๖๕๗.๖๕	๑๘๗๕.๙๓	๓๑๗.๓๐	๑๕๗๔.๘๙	๕๘				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากการาง ๑๖ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง
สูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไปสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่า
วิธีสอนทั้งสองแบบส่งผลต่อคะแนนความเชื่อมั่นในตนเองของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ กับการสอนแบบเดิม ที่มีต่อคะแนน
ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างปรากฏดังตาราง ๑๗

ตาราง ๑๗ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของ
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}$	
								กลุ่ม ควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๒๒๘.๖๕	๑๖๖.๖๗	-๑๙๕.๐๐	๓๓๓.๒๘	๑	๓๓๓.๒๘	๔.๙๕๕๖*	๘๘.๕๕	๙๓.๐๖
Error	๔๒๗๑.๕๐	๕๑๙๘.๗๓	๑๙๕๖.๙๐	๔๓๐๒.๒๒	๕๗	๗๕.๕๘			
Total	๔๕๐๐.๑๕	๕๓๖๕.๔๐	๑๗๖๑.๙๐	๔๖๓๕.๕๐	๕๘				

*P < .05

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๗ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ ส่งผลต่อคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าวิธีสอนแบบเดิม

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ กับการสอนแบบเดิม ที่มีต่อคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อฝึกคะแนนคุณภาพของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง ๑๘

ตาราง ๑๘ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
เมื่อฝึกคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}$	
								กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๑๕๐๐.๐๐	๙๕.๘๒	๓๓๕.๐๐	๓๒.๖๘	๑	๙๕.๖๘	๐.๑๓๐๓	๖๓.๖๗	๖๕.๘๒
Error	๑๖๓๓๓.๖๐	๑๗๕๑๖.๐๓	๖๖๖๗.๕๐	๑๕๕๘๗.๒๕	๕๗	๒๘๖.๗๖			
Total	๑๗๘๓๓.๖๐	๑๗๕๑๖.๐๕	๖๕๐๒.๕๐	๑๕๕๑๙.๙๓	๕๘				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจากตาราง ๑๘ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ - แสดงว่าวิธีสอนทั้งสองแบบส่งผลต่อคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อฝึกคะแนนคุณภาพไม่แตกต่างกัน

- การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ กับการสอนแบบเดิมที่มีต่อคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อฝึกคะแนนจำนวนข้อ ปรากฏผลดังตาราง ๑๙

ตาราง ๑๙ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความถนัดแบบสืบสวนสอบสวน
เมื่อฝึกคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source	SSX	SSY	SP	SS'Y	df	MS'	F	$\bar{Y}$	
								กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
Treatment	๑๕๖๐.๒๗	๒๙๕๖.๑๕	๑๗๕๐.๕๐	๔๖๑.๕๗	๑	๑๕๖๐.๒๗	๕.๕๕๕๕	๕๖.๕๕	๕๗.๕๖
Error	๑๑๕๕๒.๖๗	๑๐๑๕๕.๕๓	๕๕๖๖.๖๗	๑๐๑๑.๗๕	๕๗	๑๕๐.๕๖			
Total	๑๓๑๑๒.๙๔	๑๑๑๕๑.๖๘	๖๓๑๗.๑๗	๑๕๖๒.๓๒	๕๘				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจากการาง ๑๔ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มควบคุมสูงกว่าของกลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ภายหลังการสอน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ ๔ ที่ตั้งไว้ แสดงว่าวิธีสอนแบบเกมจึงมีผลต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพื่อฝึกคะแนนจำนวนข้อสูงกว่าวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

บทที่ ๔

สรุป อภิปราย และเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษา

๑. เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) ที่มีต่อทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบเอเจนซี การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง และความเชื่อมั่นในตนเอง

๒. เพื่อเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมที่มีต่อตัวแปรทั้งหมด ที่กล่าวมาแล้วในข้อ ๑

๓. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดที่กล่าวมาในข้อ ๑

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษากครั้งนี้จัดกระทำกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งสุ่มมาจากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาการศึกษา ชั้นปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๒ ของวิทยาลัยครู จันทระ เกษม กรุงเทพมหานคร จำนวน ๖๗ คน หญิง ๔๓ คน ชาย ๒๔ คน

วิธีดำเนินการศึกษา

ผู้เขียนทำการทดลองสอนห้องทดลองในภาคเรียนที่ ๒ และที่ ๓ ปีการศึกษา ๒๕๑๒ โดยใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) และมีอาจารย์ประจำวิชาคนหนึ่งเป็นผู้สอนห้องควบคุมทั้งภาคเรียนที่ ๒ และ ๓ ปีการศึกษา ๒๕๑๒ โดยใช้วิธีสอนแบบเดิม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง ความเชื่อมั่นในตนเอง การคิดแบบเอเจนซี การคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนได้นำแบบทดสอบเกี่ยวกับตัวแปรทั้งหมดนี้ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเป็นครั้งแรก (Pretest) ก่อนเริ่มการเรียนภาคที่ ๒ ส่วนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์นั้น นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างภายหลังการเรียนภาคที่ ๒ เสร็จสิ้นลง และนำแบบทดสอบทั้ง ๘ ฉบับที่กล่าวมานี้ กลับมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งหนึ่ง (Post - Test) เมื่อการเรียนในภาคเรียนที่ ๓ เสร็จสิ้นลง แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

๑. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้ Product-Moment Correlation
๒. วิเคราะห์คะแนนพัฒนาการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ t-statistic
๓. เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธี

Analysis of Covariance

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

๑. จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรปรากฏผลดังนี้

๑.๑ ความสัมพันธ์ของตัวแปรในกลุ่มทดลอง

๑.๑.๑ ก่อนทำการสอน

- การคิดแบบเอกนัย มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่น

ในตนเอง และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ($t=.3958, r=.3741$)

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม มีความ

สัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ และที่ไม่ใช่ความจำ

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ($r=.6169, r=.7499$)

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ มีความ

สัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .๐๐๑ ($r=.9148$)

นอกจากนี้ พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตัวแปร

อื่น ๆ อีก

๑.๑.๒ ภายหลังการสอน

- ความมีวินัยในตนเองมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่น

ในตนเอง และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .๐๕ ($r=.3487, r=.3623$)

- การกีดแบบเอกนัย มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์

ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ ($r=.3370$)

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยกีดคะแนนรวม มีความ

สัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ และที่ไม่ใช่ประเภท

ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ($r=.7599, r=.8590$)

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ มีความ

สัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ($r=.5349$)

- การกีดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อกีดคะแนนคุณภาพ มีความ

สัมพันธ์ในทางบวกกับการกีดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อกีดคะแนนจำนวนข้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ.๐๐๑ ($r=.9148$)

ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์

กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ประเภทความจำ($r=0$) และนอกจากนี้ไม่พบความ

สัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตัวแปรคู่อื่น ๆ

๑.๒ ความสัมพันธ์ของตัวแปรในกลุ่มควบคุม

๑.๒.๑ ก่อนการสอน

- ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ใน

ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕

($r=.3506$)

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยกีดคะแนนรวม มี

ความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๑ ($r=.4271$)

และมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและที่ไม่ใช่

ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ($r=.6460, r=.9119$)

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ มีความ

สัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ.๐๕ ($r=.3582$)

- ความเชื่อมั่นในตนเอง มีความสัมพันธ์ในทางลบกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ ($r = -0.3541$) และมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ ($r = .3965$)

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ($r = .9063$)

นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตัวแปร
ก่อน ๆ

๑.๒.๒ หลังจากการสอน

- ทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ ($r = .3426$)

- การคิดแบบเอกนัย มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ ($r = .3885$)

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ($r = .7406, r = .9517$)

- ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ($r = .5552$)

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ($r = .9653$) และมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๑ ($r = .4476$)

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ.๐๕

นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตัวแปรคู่อื่น ๆ

๒. จากการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการของตัวแปรต่าง ๆ ปรากฏผลดังนี้

๒.๑ คะแนนพัฒนาการของกลุ่มทดลองภายหลังการสอน

- คะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการสอน

สูงกว่าก่อนทำการสอน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 1.1140$)

- คะแนนความมีวินัยในตนเองภายหลังการสอนลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -0.4591$)

- คะแนนการคิดแบบเอกลัทธิภายหลังการสอนเพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ ($t = 1.828$)

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยกติกคะแนนรวม ภายหลังการสอนเพิ่มสูงขึ้นสูงกว่าก่อนทำการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ($t = 12.900$)

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ ภายหลังการสอนเพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ($t = 7.378$)

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำเพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ($t = 9.577$) ภายหลังการสอน

- คะแนนความเชื่อมั่นในตนเองภายหลังการสอนเพิ่มขึ้นสูงกว่าก่อนสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๐๑ ($t = 4.057$)

- คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.๐๕ ($t = 2.158$) ภายหลังการสอน

- คะแนนการกติกแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพเพิ่มขึ้น แต่เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 1.146, t = -0.388$) ภายหลังการสอน

๒.๒ คะแนนพัฒนาการของกลุ่มควบคุมภายหลังการสอน

- คะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการสอน และก่อนการสอนแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- คะแนนความมีวินัยในตนเอง ภายหลังการสอน และก่อนการสอน

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- คะแนนการคิดแบบเอกลัษณ์ภายหลังการ สอนและก่อนการ สอนแตกต่าง

กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ โดยกิกคะแนนรวม ภาย-

หลังการ สอนสูงกว่าก่อนการ สอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำภายหลัง

การ สอนสูงกว่าก่อนการ สอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ

ภายหลังการ สอนสูงกว่าก่อนการ สอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

- คะแนนความเชื่อมั่นในตนเอง ภายหลังการ สอนและก่อนการ สอน

แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการ สอนและก่อนการ สอน

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพื่อกิกคะแนนคุณภาพ ภายหลัง

การ สอนและก่อนการ สอนแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อกิกคะแนนจำนวนข้อ ภายหลัง

การ สอนและก่อนการ สอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๑. จากการ เปรียบเทียบผลของการ สอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของ ขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับผลของการ สอนแบบเดิมที่มคอตัวแปรทั้งหมด ปรากฏผลดังนี้

- คะแนนทักษะขั้นสูงของ ขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- คะแนนความมีวินัยในตนเอง ของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- คะแนนการคิดแบบเอกลัษณ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ โดยกิกคะแนนรวมของกลุ่ม ทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ ของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑
- คะแนนความเชื่อมั่นในตนเอง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
- คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕
- คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
- คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มควบคุมสูงกว่าของกลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

อภิปรายผล

การอภิปรายผลของการศึกษารังนี้ ผู้เขียนจะแยกกล่าวเป็นตอน ๆ ตามลักษณะของการศึกษารังนี้

๑. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

๑.๑ ความสัมพันธ์ของทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่น ๆ พบว่า ก่อนทำการสอนกลุ่มควบคุมมีคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ สัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ แต่ภายหลังการสอนปรากฏว่า มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ ส่วนในกลุ่มทดลองปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ทั้งในก่อนสอนและหลังการสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแสดงว่าธรรมชาติของทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนทำการสอน ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะความคลาดเคลื่อนในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างสำหรับตัวแปรนี้ และเมื่อพิจารณาภายหลังการสอน กลุ่มควบคุมมีทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ สัมพันธ์กันในทางบวก แต่ของกลุ่มทดลองไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปร

อื่น ๆ เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากเกิดความคิดพลาคในการ สุ่มกลุ่มตัวอย่างเช่นกัน ซึ่ง ทำให้กลุ่มควบคุมมีทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ สัมพันธ์กันในทางบวกทั้ง ๆ ที่กลุ่มควบคุมไม่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) แก่กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน นี่ก็ยังไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์กับตัวแปรใด ๆ ดังนั้นจึงไม่อาจกล่าวได้ว่าทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำอย่างแท้จริง

๑.๒ ความสัมพันธ์ของคะแนนความมีวินัยในตนเองกับตัวแปรอื่น ๆ พบว่าคะแนนความมีวินัยในตนเองของกลุ่มควบคุมไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ทั้งก่อนและหลังการสอน ส่วนในกลุ่มทดลองพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ก่อนการสอน แต่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ ภายหลังการสอน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การสอนแบบใหม่นี้ไม่ส่งผลต่อโครงสร้างความสัมพันธ์ของความมีวินัยกับตัวแปรอื่น ๆ ส่วนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) ส่งผลต่อโครงสร้างของความมีวินัยในตนเอง ความเชื่อมั่นในตนเอง และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อาจเป็นเพราะการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) เป็นขบวนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น รู้จักวิธีค้นคว้าหาความรู้ รู้จักวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีระเบียบแบบแผน มีความอดทนและมีเหตุผล และมีความรับผิดชอบ ความรับผิดชอบ ความอดทน และความมีเหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของความมีวินัยในตนเอง ดังที่วิกกินส์ (Wiggins, 1971 : 289) ได้อ้างถึงผลการศึกษาของโก (Gough) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความมีวินัยแห่งตนเองของผู้ที่มีปัญหาทางความประพฤติ ๔ กลุ่มว่า "ผู้ที่ประคับของวินัยแห่งตนเองสูงจะมีความรับผิดชอบมากกว่า ไม่กังวาล มีความอดทนมากกว่า มีเหตุผลที่ดีเป็นของตนเอง และมีความยืดหยุ่นในทางความคิด" และการสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะส่งผลต่อความเชื่อมั่นในตนเอง ดังที่ บาร์ช (Baruch, 1949 : 4-5) พบว่า ผู้นำจะต้องมีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบ และมีความเชื่อมั่นในตนเองซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาดังกล่าว (Dugger, 1969 : 1817 - A) ที่พบว่าผู้นำจะมีความเชื่อมั่นในตนเองสูง ดังนั้นความมีวินัยในตนเองจึงมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเองภายหลังที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนยังส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้าความรู้
 โดยตัวตนเอง รู้จักวิธีแก้ปัญหาอย่างมีกฎเกณฑ์ ซึ่งการที่ผู้เรียนจะค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง และ
 รู้จักวิธีแก้ปัญหาอย่างมีกฎเกณฑ์ได้นั้น ผู้เรียนจะต้องรู้จักคิด แบบวิเคราะห์ สังเคราะห์ รู้จักการ
 ประเมินผล และการนำไปใช้ และการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินผล และนำไปใช้เป็นองค์ประกอบ
 ของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช้ความจำ ดังนั้นการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
 ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช้ความจำ จึงทำให้ความมีวินัยในตนเองมี
 ความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช้ความจำ ภายหลังการ
 สอน

๑.๓ ความสัมพันธ์ของการคิดแบบเอเจนัยกับตัวแปรอื่น ๆ พบว่าการคิดแบบ
 เอเจนัยของกลุ่มควบคุม ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ก่อนการสอน แลภายหลังการสอน พบว่า
 มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง ส่วนในกลุ่มทดลองพบว่ามีสัมพันธ์ในทาง
 บวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนทำการสอน และมีความสัมพันธ์ในทาง
 บวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช้ความจำ ภายหลังการสอน

จะเห็นได้ว่าธรรมชาติของการคิดแบบเอเจนัยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
 ก่อนทำการสอนไม่เหมือนกัน ทั้งอาจเกิดจากความผิดพลาดในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างสำหรับตัวแปรนี้
 ในกลุ่มควบคุมการคิดแบบเอเจนัยมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง ภายหลังการสอน
 ในกรณีนี้อาจจะเป็นเพราะการสอนแบบเดิมผู้สอนมุ่งที่จะให้เนื้อหาแก่ผู้เรียนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น
 ผู้เรียนจึงมุ่งที่จะจำเนื้อหา หรือเลือกคำตอบที่ถูกของที่สุดในการสอบ เพื่อให้มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
 วิทยาศาสตร์สูง เมื่อผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน จะทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในตนเอง
 ซึ่งสอดคล้องกับสมาคมศึกษาเด็กแห่งอเมริกา (Child Study Association of
 America, 1952:185-186) ได้ให้ความเห็นว่า ความเชื่อมั่นในตนเองจะเกิดขึ้นกับเด็กที่ประสบ
 ผลสำเร็จในการกระทำสิ่งต่าง ๆ เสมอ ๆ บุคคลใดที่ประสบความสำเร็จมากเท่าใดก็ย่อมมีความ
 เชื่อมั่นในตนเองมากเท่านั้น การที่ผู้เรียนศึกษาคำตอบที่ถูกของที่สุดเพียงสิ่งเดียว เมื่อกำหนดข้อมูล
 ใต้นั้น ผู้เรียนจะมีการคิดแบบเอเจนัย ดังที่ครอสเมียร์ (Klausmeier, 1971:81-83) กล่าวว่า
 การคิดแบบเอเจนัยหมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะสรุปข้อมูลที่ดีที่สุดและถูกต้องที่สุด
 จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ ดังนั้นการสอนแบบเดิมจึงส่งผลให้เกิดความสัมพันธ์ในทางบวกระหว่าง
 การคิดแบบเอเจนัยกับความเชื่อมั่นในตนเองขึ้น

สำหรับกลุ่มทดลอง ก่อนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนผู้เรียนได้
รับการสอนแบบเดิมมาก่อนแล้ว จึงทำให้เกิดการคิดแบบเอกลักษ์ที่กลายมาแล้ว และผู้เรียน
ประสบความสำเร็จในการเรียนมาก่อน จึงมีความเชื่อมั่นในตนเอง ทั้งนี้ในกลุ่มทดลอง การคิด
แบบเอกลักษ์จึงมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเองก่อนการสอน แต่ภายหลังการสอน
แบบสืบสวนสอบสวน การคิดแบบเอกลักษ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
วิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ อาจเนื่องมาจากการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้เน้นชวนการ
คิดอย่างมีระเบียบแบบแผน ไม่เน้นให้ผู้เรียนจำเนื้อหา จึงทำให้ผู้เรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์
สังเคราะห์ การประเมินผล และการนำไปใช้ ซึ่งการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การประเมินผล
และการนำไปใช้นั้นเป็นองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ
ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน จึงมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่
ความจำที่สูง ดังนั้นการคิดแบบเอกลักษ์จึงมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
วิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ ภายหลังการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

๑.๔ ความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์กับตัวแปร
อื่นๆ พบว่า กลุ่มควบคุมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม และทั้งประเภท
ความจำและที่ไม่ใช่ความจำสัมพันธ์กันในทางบวกก่อนและหลังการสอน และก่อนการสอน ผลสัมฤทธิ์
ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเอง
ส่วนในกลุ่มทดลอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวมมีความสัมพันธ์ในทาง
บวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำและประเภทความจำทั้งก่อนและ
หลังการสอน แต่ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ
ก่อนการสอน แต่ภายหลังการสอนพบว่ามีสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์
ประเภทที่ไม่ใช่ความจำ

การที่ธรรมชาติของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการสอนไม่เหมือนกัน ทั้งนี้อาจจะเกิดจากความผิดพลาดในการสุ่มกลุ่ม
ตัวอย่างสำหรับตัวแปรนี้ และจะเห็นได้ว่าการสอนแบบเดิมกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไม่ส่ง
ผลต่อโครงสร้างของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวมก่อนและหลังการสอน
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และการสอนแบบเดิมไม่ส่งผลต่อโครงสร้างของผลสัมฤทธิ์ในการ
เรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำก่อนและหลังการสอน ส่วนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น

ส่งผลต่อโครงสร้างของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะ การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เน้นขบวนการคิดอย่างมีกฎเกณฑ์ ผู้เรียนจึงรู้จักคิดมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับหนู ประธาน(หนู ประธาน, ๒๕๖๖ : ๑๔๔) ได้ทำการวิจัยพบว่า "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นที่ครู เป็นผู้ถามและนักเรียนเป็นผู้ถาม มีการรับรู้แบบวิเคราะห์พัฒนาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๐๑" และผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำเกิดขึ้น ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำจึงมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับประเภทที่ไม่ใช่ความจำ

๑.๕ ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อมั่นในตนเองกับตัวแปรอื่น ๆ พบว่า กลุ่มควบคุมมีคะแนนความเชื่อมั่นในตนเองสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำและมีความสัมพันธ์ทางลบกับคะแนนการคิดคะแนนสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพ ก่อนทำการสอน แต่ในภายหลังการสอนพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ นอกจากการคิดแบบเอกนัย ส่วนในกลุ่มทดลองพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ทั้งในก่อนและภายหลังการสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าธรรมชาติของความเชื่อมั่นในตนเองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนทำการสอนไม่เหมือนกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความผิดพลาดในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างสำหรับตัวแปรนี้ และเมื่อพิจารณาในกลุ่มทดลองพบว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไม่ส่งผลต่อโครงสร้างของความเชื่อมั่นในตนเอง

ส่วนการสอนแบบเดิมไม่ส่งผลต่อโครงสร้างของความเชื่อมั่นในตนเองให้สัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ นอกจากการคิดแบบเอกนัยภายหลังการสอน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะครูผู้สอน ขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมาก่อนบ้าง เนื่องจากมีการอบรมการสอนแบบสืบสวนสอบสวนขึ้นที่วิทยาลัยครูจันทระเกษม จึงทำให้ครูผู้สอนอาจจะให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และสอนในหุรกิจขบวนการทางวิทยาศาสตร์บาง ดังนั้น ความเชื่อมั่นในตนเองจึงไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ภายหลังการสอน

๑.๖ ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ กับตัวแปรอื่น ๆ พบว่าในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ทั้งในก่อนและหลังทำการสอน แสดงว่าการสอนแบบเดิมและการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไม่ส่งผลต่อโครงสร้างของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของมณีรัตน์ ศรีรัตนพันธ์

(มณีนันท์ กริรรัตนพันธ์, ๒๕๑๖ : ๘๘) ที่ว่า ทักษะทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดแบบสืบสวนสอบสวนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๑.๗ ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับตัวแปรอื่น

พบว่า การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนคุณภาพของกลุ่มควบคุมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนจำนวนข้อ ก่อนและหลังทำการสอน และมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำภายหลังการสอน ส่วนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนข้อไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ก่อนทำการสอน แต่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำภายหลังการสอน ในกลุ่มทดลอง พบว่าการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนคุณภาพมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับประเภทที่ศึกษาคะแนนจำนวนข้อ ก่อนและหลังจากทำการสอนแล้ว ส่วนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทที่ศึกษาคะแนนข้อไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ก่อนและหลังจากทำการสอนแล้ว แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไม่ส่งผลต่อโครงสร้างของการคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่จะสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของหนู ประธาน (หนู ประธาน, ๒๕๖๖ : ๑๒๖) ที่ว่า "การคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งที่ศึกษาคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อมีความสัมพันธ์กับการรับรู้แบบวิเคราะห์ จำแนกประเภท และโยงความสัมพันธ์ และทักษะทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ" ส่วนการสอนแบบเดิมส่งผลต่อโครงสร้างของการคิดแบบสืบสวนสอบสวน จึงทำให้การคิดแบบสืบสวนสอบสวนสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะการสอนแบบเดิมเน้นในด้านการจำเนื้อหาเป็นส่วนใหญ่ เมื่อผู้เรียนประสบกับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ๆ ก็พยายามนำวิธีการเดิมหรือความรู้เดิมที่เคยจำไว้มานำใช้ ซึ่งเป็นการพยายามแก้ปัญหาตามแบบอย่างที่เคยเคยกระทำมา ซึ่งทั้งนี้ก็เป็นเพราะไม่รู้จักขบวนการแก้ปัญหาที่สามารถสร้างหรือออกแบบวิธีการใหม่ ๆ ที่เหมาะสมกับปัญหาแต่ละประเภทใด จึงทำให้พบความสัมพันธ์ระหว่างการคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำ และการสอนแบบเดิมไม่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ระหว่าง การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนคุณภาพกับจำนวนข้อ ก่อนและหลังการสอน จึงทำให้การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อศึกษาคะแนนคุณภาพสัมพันธ์ในทางบวกกับประเภทที่ศึกษาคะแนนข้อ ก่อนและภายหลังการสอน

๒. คะแนนพัฒนาการของกลุ่มตัวอย่างภายหลังการสอน

๒.๑ คะแนนพัฒนาการของกลุ่มทดลอง

๒.๑.๑ กลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่า "กลุ่มทดลองจะมีคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์)" ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะผู้เรียนได้รับการสอนแบบเดิมมานาน โดยที่ครูเป็นผู้บอกความรู้ให้แก่ผู้เรียนเป็นส่วนใหญ่ และผู้เรียนเป็นผู้รับความรู้แต่เพียงฝ่ายเดียว แนวทางการสอนของกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการสอนแบบที่ผู้เรียนต้องค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่จากวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนก็ตาม แต่การสอนวิธีนี้ดำเนินเฉพาะในชั่วโมงของการเรียนวิทยาศาสตร์และในช่วงเวลาเพียง ๒ ภาคเรียนเท่านั้น ซึ่งช่วงเวลาขนาดนี้อาจจะไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นสูงได้ และอาจเนื่องมาจากแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงอยู่ในระดับปานกลางซึ่งอาจทำให้เกิดการผิดพลาดในการวัดได้ จึงทำให้ไม่พบว่าทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภายหลังการสอน

๒.๑.๒ กลุ่มทดลองมีคะแนนความมีวินัยในตนเองก่อนและหลังการสอนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะเวลาที่ใช้ในการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบุคลิกภาพได้ และอาจเนื่องมาจากผู้เรียนได้รับการสอนแบบเดิมมานาน ซึ่งครูจะเป็นผู้บอกเนื้อหาให้เป็นส่วนใหญ่ และการเรียนเน้นหนักในเรื่องคะแนนผ่าน ดังนั้นพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนส่วนใหญ่จึงถูกบังคับจากอำนาจภายนอก แต่ความมีวินัยในตนเอง คือ การบังคับควบคุมพฤติกรรมโดยอำนาจภายในของบุคคล (Good, 1956, ๒76) แม้ว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวน จะกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น และสนใจผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกจะต้องอาศัยอำนาจภายในควบคุมตนเองก็ตาม การที่จะเปลี่ยนแปลงวิธีการบังคับหรือควบคุมพฤติกรรมของบุคคลด้วยช่วงเวลาอันจำกัด (๒ ภาคเรียน) จึงกระทำได้ยาก ดังนั้นจึงไม่พบการเปลี่ยนแปลงในบุคลิกภาพด้านความมีวินัยในตนเองภายหลังการสอน

๒.๑.๓ กลุ่มทดลองมีคะแนนการคิดแบบเอเจนซี่ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม และรวมทั้งประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ ความเชื่อมั่นใน

ตนเอง และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการลองดูว่าก่อนสอน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่า "กลุ่มทดลองจะมีคะแนนการคิดแบบเอเจนซี่ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม และรวมทั้งประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ ความเชื่อมั่นในตนเอง และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ สูงขึ้น หลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน" แสดงว่าวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) ส่งผลต่อคะแนนของตัวแปรดังกล่าวในช่วงต้นให้สูงขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ เน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักทำการทดลองด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนเป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในคะแนนของตัวแปรต่าง ๆ ตามที่กล่าวมา

๒.๑.๔ กลุ่มทดลองมีคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ ก่อนและหลังการสอนไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากความผิดพลาดในการดำเนินการทดสอบภายหลังจากการสอนแล้ว ซึ่งผู้ดำเนินการสอบ ไม่ทราบมาก่อนว่าผู้เรียนจะต้องตอบวิชาอื่นในชั่วโมงต่อไป และเนื่องจากมีการทดสอบวิชาอื่น ๆ ก่อนหน้าที่จะทดสอบแบบทดสอบนี้มาบ้าง จึงทำให้ผู้เรียนไม่ตั้งใจทำแบบทดสอบเป็นเหตุให้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงการคิดแบบสืบสวนสอบสวนจากการศึกษาครั้งนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชี้ให้เห็นว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) ได้มีส่วนทำให้คะแนนการคิดแบบเอเจนซี่ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้น

๒.๒ คะแนนพัฒนาการของกลุ่มควบคุม

-กลุ่มควบคุมมีคะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง การคิดแบบเอเจนซี่ ความเชื่อมั่นในตนเอง ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพและจำนวนข้อ ก่อนและหลังการสอนไม่แตกต่างกัน และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม รวมทั้งประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวมาแล้ว แสดงว่าวิธีสอนแบบเดิมเพียงแต่ส่งเสริมทางด้านผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ตัวแปรอื่น ๆ จึงจำเป็นต้องการพัฒนาคุณภาพของบุคคล ให้เหมาะสมกับสังคมนั้นทำได้น้อย

๓. เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนทักษะขั้นสูงของ ขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความมีวินัยในตนเอง การคิดแบบเอกลัษณ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และการคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนการ คิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มควบคุมสูงกว่าของกลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่ง ไม่ สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ จะแยกอภิปรายผลตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

- คะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบเดิมมานาน จึงควรจะเป็นผู้ป้อนความรู้ให้กำหนดความรู้ให้หาควรจะเรียนอะไร และผู้เรียนเป็นผู้รับความรู้เฉพาะตัวเป็นส่วนใหญ่ แต่เมื่อผู้เรียนได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) จึงต้องค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ รู้จักคิดอย่างมีกฎเกณฑ์ และรู้จักขบวนการวิจัย จึงต้องใช้เวลานานพอสมควรในการ เปลี่ยนแปลง พฤติกรรมในการเรียนใหม่และเนื่องจากผู้เรียนจะได้รับการสอนแบบนี้เพียงสัปดาห์ละ ๔ ชั่วโมง ตลอด ๒ ภาคเรียน นอกจากนั้นผู้เรียนจะได้รับการสอนแบบเดิม ดังนั้น ช่วงเวลาที่ทดลองสอน อาจจะไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นสูงได้ และ อาจเนื่องมาจากแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงอยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น ซึ่งอาจเป็นผลทำให้เกิดความผิดพลาดในการวัดได้ จึงทำให้คะแนนทักษะขั้นสูงของขบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

- คะแนนความมีวินัยในตนเองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้เรียนได้รับการ สอนแบบเดิมมานาน จึงควรจะเป็นผู้บอกเนื้อหา และการเรียน เน้นหนักในเรื่องคะแนนเป็นสำคัญ ดังนั้นพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกส่วนใหญ่ยังถูกบังคับจาก อำนาจภายนอก แต่ความมีวินัยในตนเอง คือ การบังคับควบคุมพฤติกรรมโดยอำนาจภายในของ บุคคล (Good, 1956 : 676) แนวทางการสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะกระตุ้นให้ ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และเน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหา ความรู้ด้วยตนเอง เน้นขบวนการ วิจัย เป็นส่วนใหญ่ พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกจะต้องอาศัยอำนาจภายในควบคุมตนเองก็ตาม การที่จะเปลี่ยนแปลงวิธีการบังคับควบคุมพฤติกรรมของบุคคลด้วยช่วงเวลาอันจำกัด(๒ ภาคเรียน)

จึงกระทำไต่ถาม ถัดนั้นจึงไม่พบการเปลี่ยนแปลงในบุคลิกภาพด้านความมีวินัยในตนเอง ภายหลังการสอนจึงทำให้คะแนนความมีวินัยในตนเองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

- คะแนนการคิดแบบเอเจนซี ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากในระดัประภาคนิยมบัตรวิชาการ ที่ศึกษานั้น แบบทดสอบส่วนใหญ่เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ผู้เรียนจะต้องศึกษาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จึงเป็นการฝึกการคิดแบบเอเจนซีโดยทางอ้อม เพราะการคิดแบบเอเจนซีหมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะสรุปข้อมูลที่ดีที่สุดและถูกที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้

ส่วนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) นั้นครูจะจัดสิ่งเร้าให้ผู้เรียนได้สังเกต ค้นหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เพื่ออธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น สิ่งเหล่านี้เป็นการฝึกขบวนการคิดที่มุ่งค้นหาคำตอบหรืออธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นจากสิ่งเร้าหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ครูกำหนดให้ซึ่งเป็นวิธีการที่ส่งเสริมผู้เรียนเกิดการคิดแบบเอเจนซีเช่นกัน จึงเป็นผลให้คะแนนการคิดแบบเอเจนซีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณากระบวนการการคิดแบบเอเจนซีของแต่ละกลุ่ม พบว่า การคิดแบบเอเจนซีของกลุ่มทดลองภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน ส่วนของกลุ่มควบคุมพบว่า การคิดแบบเอเจนซีก่อนสอนและภายหลังการสอนไม่แตกต่างกันแสดงว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีแนวโน้มที่ส่งผลต่อการคิดแบบเอเจนซีสูงกว่าสอนแบบเดิม ถ้าหากได้รับการส่งเสริมด้วยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนนานกว่านี้

- คะแนนความเชื่อมั่นในตนเองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะในการสอนแบบเดิม นั้น ครูผู้สอนซึ่งทราบวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมาบ้างแล้ว จากการอบรมที่วิทยาลัยครู จันทบุรี เกษม ก่อนที่จะมีการทดลองครั้งนี้ และเมื่อทราบว่าต้องนำผลการสอนไปเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลอง จึงสอนโดยเน้นการทำการทดลอง การใ้สรุปทฤษฎีใหญ่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมในการเรียน การสอนบ้าง และอาจจะเนื่องมาจากผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนแต่เดิมมาก่อน จึงทำให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเองสูงอยู่ก่อนแล้ว เพราะความเชื่อมั่นในตนเองจะเกิดขึ้นกับผู้ประสบความสำเร็จในการกระทำสิ่งต่าง ๆ เสมอ ๆ บุคคลใดยิ่งประสบความสำเร็จมากเท่าใดก็ย่อมจะมีความเชื่อมั่นในตนเองมากเท่านั้น

และอาจจะเป็นเพราะการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ๒ ชั่วโมง ในเวลา ๒ ภาคเรียนเท่านั้น ไม่เพียงพอที่จะเปลี่ยนแปลงบุคลิกภาพ

ของกลุ่มตัวอย่างในค่านี้นี้ให้สูงกว่ากลุ่มควบคุมได้ ดังนั้นจึงเป็นเหตุให้คะแนนความเชื่อมั่นในตนเองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคะแนนพัฒนาการของแต่ละกลุ่มพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนความเชื่อมั่นในตนเองภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ส่วนกลุ่มควบคุมพบว่า คะแนนความเชื่อมั่นในตนเองภายหลังการสอนและก่อนการสอนไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ มีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อความเชื่อมั่นในตนเองให้สูงกว่าการสอนแบบเดิม ถ้าหากใช้เวลาในการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ ใหม่มากกว่านี้ และจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ความมีวินัยในตนเองมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเชื่อมั่นในตนเองภายหลังการสอนรับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ จึงสมควรส่งเสริมให้มีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ ต่อไป เพราะความมีวินัยในตนเองเป็นบุคลิกลักษณะที่พึงประสงค์ส่งเสริมให้มีในสังคมประชาธิปไตย ดังที่วีรยุทธ วิเชียรโชติ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๙ : ๑ - ๓) กล่าวว่า การเป็นพลเมืองที่ดีในสังคมระบอบประชาธิปไตยนั้นจะต้องมีคุณสมบัติของความ เป็นประชาธิปไตยอยู่ ๕ ประการ คือ.....วินัยธรรมซึ่งเป็นกลไกที่สร้างความพอเหมาะพอดี และขอบเขตให้กับเสรีภาพ ตลอดจนการสร้างความสำนึกในหน้าที่ควบคู่กันไปในการใช้สิทธิเสรีภาพ หลักการแห่งวินัยนี้ยังแยกออกเป็น ๓ ระดับ คือ วินัยในตนเอง วินัยต่อหมู่คณะ และวินัยต่อสังคม

- การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน และเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มควบคุมสูงกว่าของกลุ่มทดลอง เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากความผิดพลาดในการดำเนินการทดสอบภายหลังการสอน ผู้ดำเนินการสอนไม่ทราบว่า ผู้เรียนจะต้องทดสอบวิชาอื่นในวันพรุ่งนี้ต่อไป และทราบว่าแบบทดสอบนี้ไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียน และเนื่องจากการทดสอบวิชาอื่น ๆ มาก่อนบ้างแล้ว จึงทำให้คะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทเมื่อคิดคะแนนคุณภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง แต่อย่างไรก็ตามในการตรวจสอบคะแนนแบบทดสอบโดยพิจารณาอย่างละเอียดแล้ว พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนขั้นการอธิบาย ทำนาย และควบคุม ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน วิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม และทั้งประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำ และทัศนคติทาง วิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่กลุ่ม ควบคุมมีคะแนนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ สูงกว่ากลุ่มทดลอง ซึ่งไม่สอดคล้อง

คล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งจะแยกอภิปรายผลตามลำดับดังต่อไปนี้

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม ทั้งประเภท ความจำและที่ไม่ใช่ความจำของ กลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม และเมื่อพิจารณาคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนโดยคิดคะแนนรวมทั้งประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำของ กลุ่มทดลองสูงขึ้นภายหลังจากที่ทำการสอนแล้ว ส่วนของกลุ่มทดลองพบว่าเพิ่มสูงขึ้นภายหลังการสอนเช่นกัน เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ การสอนแบบสืบสวนสอบสวน จะกระตุ้นให้ผู้เรียนกระทำเป็นส่วนนึ่งใหญ่ หรือใหญ่จัดทำทดลองหรือวิจัยในปัญหาที่เกิดขึ้น โดยที่ครูจะเป็นผู้แนะนำ การที่ผู้เรียนจะกระทำ การทดลองเพื่อที่จะตอบปัญหาให้ได้นั้น จะต้องจำเนื้อหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ไปก่อนทำการ ทดลองในแต่ละครั้ง จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำสูงขึ้น ส่วนการ สอนแบบเดิมผู้สอนจะเป็นผู้บอกความรู้หรือเนื้อหาวิชาให้ผู้เรียน ผู้เรียนจึงมุ่งที่จะจำเนื้อหา ความรู้ซึ่งอาจจะจำได้ไม่หมด เนื่องมาจากได้ทำการทดลองเป็นส่วนน้อย หรือไม่ก็ทำการทดลอง เลย ทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทความจำของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของเอบบิงเฮาส์ (Ebbinghaus) (คณีย วิโรจน์อุไรเรือง, ๒๕๑๖ : ๑๖) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธี Active Learning คือตนเองเป็น ผู้กระทำเป็นส่วนนึ่งใหญ่ในการค้นคว้า เรียบเรียง และนำความรู้ที่นั้นไปใช้ สามารถจำได้ดีกว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธี Passive Learning คือ ผู้เรียนจะถูกบังคับให้รับแค่ว่าเดียว ส่วนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภทที่ไม่ใช่ความจำของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้ อาจจะเป็น เพราะการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดอย่างมีกฎเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับซุคแมน (Suchman, 1966 : 64) กล่าวว่า "การเรียนการสอนโดย ปฏิบัติการคิดแบบสืบสวนสอบสวนให้ผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาในด้านการคิดและสามารถ จัดกระสวนความคิดอย่างมีระเบียบ" ดังนั้นจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ประเภท ที่ไม่ใช่ความจำ ของกลุ่มทดลองสูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม

และเมื่อพิจารณา ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวมของ กลุ่มทดลองจะเพิ่มขึ้นมาสูงกว่าของกลุ่มควบคุม ทั้งนี้ เพราะผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ประเภทความจำและที่ไม่ใช่ความจำของกลุ่มทดลองเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุม จึงทำให้ กลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อคิดคะแนนรวมเพิ่มสูงกว่าของกลุ่ม ควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของสมศักดิ์ สุนทรสุข (สมศักดิ์ สุนทรสุข, ๒๕๑๔ : ๔๕)

ที่พบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

- กลุ่มทดลองมีคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าของกลุ่มควบคุม ภายหลังการสอน เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น รู้จักวิธีแสวงหาความรู้โดยตัวตนเอง มีส่วนร่วมในกระบวนการสอน รู้จักวิธีวิจัย และมีขบวนการคิดอย่างมีกฎเกณฑ์และมีเหตุผล จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับการค้นคว้าของ เรน และ บุตส์ (Raun and Butts, 1971 : 206-207) ได้วิจัยพบว่า ความตั้งใจเรียนในวิชาต่าง ๆ กับทัศนคติของผู้เรียนมีผลต่อกันมาก และได้เสนอแนะว่า ถ้าต้องการให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีก่อวิชาอื่น ๆ ควรจะให้นักเรียนมีส่วนร่วมในขบวนการเรียนอย่างเต็มที่ ไม่ควรจะให้เด็กนั่งรับความรู้ (Passive) แต่เพียงอย่างเดียว ส่วนการสอนแบบให้ผู้สอนเป็นผู้สอนความรู้ให้แก่ผู้เรียนเป็นส่วนใหญ่และผู้เรียนจะเป็นผู้รับความรู้แก่ฝ่ายเดียว จึงทำให้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไม่เปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับผลการวิจัยของเรลเลอร์ (Raun and Butts, 1971 : 206 - 207) ที่ว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบบรรยายขอความจริงต่าง ๆ (Fact) ให้นักเรียนฟังและเข้าใจนั้น จะไม่ช่วยพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนเลย จากผลการวิจัยนี้ให้เห็นว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ ส่งเสริมให้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงกว่าการสอนแบบเดิม จึงน่าจะส่งเสริมให้มีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนฯ ในวิชาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ทั้งนี้เพราะคนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงจะมีคุณลักษณะในด้านอยากรู้ อยากเห็นในสิ่งแวดล้อม มีเหตุผล ยอมรับความจริงพร้อมที่จะเปลี่ยนความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่ ข้อสำคัญบทคน จะยุติธรรม ยอมรับนับถือความคิดของผู้อื่นสูงไปค่าย (พิทักษ์ รัชพลเดช, ๒๕๑๓ : ๒๔) ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้สอดคล้องกับการปกครองระบอบประชาธิปไตย และความเจริญทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

ก. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

๑. ควรมีการศึกษาซ้ำอีก เพื่อยืนยันผลการวิจัยที่ได้โดยแก้ไขข้อบกพร่องของแบบทดสอบโดยเฉพาะอย่างยิ่ง แบบทดสอบทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ

พยายามแก้ไขให้ผู้เรียนตั้งใจทำแบบทดสอบอย่างแท้จริง

๒. แบบทดสอบที่ทำไปใช้ในการทดสอบมีหลายฉบับ จึงเป็นเหตุให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการทำแบบทดสอบน้อยกว่าที่เป็นจริง ควรแก้ไขโดยเว้นระยะการทดสอบในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้นานพอควร และควรทดสอบนอกเวลาที่ทำการสอน

๓. การศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา เป็นการศึกษาในระดับสูง ผู้เรียนได้รับการสอนแบบเต็มมานาน ควรจะทำการทดลองสอนเป็นเวลานานกว่านี้ เนื่องจากทำการสอนในเวลา ๕ ภาคเรียน อาจไม่เพียงพอต่อการที่จะให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

๔. ผู้วิจัยควรจะนำการสังเกตกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง เพื่อทำให้ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากบุคลิกลักษณะ และวิธีสอนของครูทดลองมากยิ่งขึ้น

๕. ควรทำการทดลองในขั้นสูงขึ้นไปอีก เพื่อจะศึกษาผลการวิจัยว่าสอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้หรือไม่ และควรจะขยายการวิจัยทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ไปในวิทยาลัยครูชนบท เพื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยครั้งนี้

ข. ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา

๑. ควรมีการปรับปรุงความมุ่งหมายระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาใหม่ เพื่อไม่ให้ครูสอนเน้นเนื้อหาจนเกินไป จะทำให้ผู้สอนหันมาสอนให้ผู้เรียนรู้จักกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลมีกฎเกณฑ์ และรู้จักวิธีค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเองเป็นส่วนใหญ่และรู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะให้ผู้เรียนดำรงอยู่ในสังคมปัจจุบันได้

๒. ควรจะปรับปรุงเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ ป.กศ. ไม่ให้ซ้ำกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาความรู้ที่ใหม่และได้มีการฝึกทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล มีกฎเกณฑ์อย่างเต็มที่

๓. วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคิดคะแนนรวม ทั้งประเภท

ความจำและที่ไม่ใช้ความจำตลอดจน กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าการสอนแบบเดิม จึงควรที่จะส่งเสริมให้ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะฯ มากยิ่งขึ้น และควรจะเรียนวิธีสอนแบบนี้ในวิชาการศึกษา เพื่อฝึกให้ผู้เรียนสามารถนำวิธีสอนแบบนี้ไปใช้ในการสอน ในระดับประถมศึกษาได้

๔. สถานศึกษาควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้อุปกรณ์ และทำการทดลอง โดยมีผู้ให้คำแนะนำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

๕. ควรจะฝึกทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ การสังเกต การจัดจำพวก การวัดค่าความสัมพันธ์ของสถานที่ ตำแหน่งและเวลา การใช้จำนวนเลข การวัด การสื่อความหมาย การทำนาย และการสรุปอ้างอิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการสังเกตให้กับผู้เรียนเสียก่อน แล้วจึงค่อยทำการสอนหรือฝึกทักษะขั้นสูงต่อไป

บรรณานุกรม

เกรียงศักดิ์ พราวศรี ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทย การคิดแบบเอกลัษณ์ และการสร้างมโนภาพ ปรินิพนธ์ กค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๖, ๑๓๒ หน้า.

คณั วิโรจน์ไริเรือง การวิจัยเรื่องการว่าและการจีมของเอมบิงเฮาส์ ๒๕๑๖, ๒๓ หน้า (อัครสำเนา)

บุญลือ ทองอยู่ การึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิดแบบสืบสวน(Inquiry) กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเกรงใจ ปรินิพนธ์ กค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๔, ๓๓ หน้า.

พรพิมล เพ็กร็ทอง การึกษาเปรียบเทียบบุคลิกภาพของครูกับนักวิทยาศาสตร์ ปรินิพนธ์ กค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๕, ๒๔๗ หน้า.

พิทักษ์ รัชพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีเนติศึกษา พระนคร ๒๕๑๓, ๗๔ หน้า.

ไพฑูรย์ สินลารัถน์ "การึกษาในปัจจุบัน:แนวโน้มแห่งการทำลายบุคคลและสังคม"
สังคมศาสตร์ปริทัศน์ ๔ : ๒๐ - ๒๔, ตุลาคม ๒๕๑๔.

รชฏ กาญจนวณิฉย์ "ทัศนคติวิทยาศาสตร์" ปัจจุบันและอนาคตของสังคมไทย หน้า ๒๔๔ - ๒๔๖ สมาคมนิสิตเกาจฬาคงกรรมหาวิทยาลัยในพระบรมราชูปถัมภ์ ๒๕๑๔.

วรรณวิภา ทองงอก ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่ออาชีพการ วินัยในตนเอง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและการสอน ของนิสิตฝึกสอนวิทยาลัยวิชาการศึกษาพิษณุโลก ปรินิพนธ์ กค. ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๗, ๗๐ หน้า

วีรยุทธ วิเชียรโชติ "การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน : วิธีสอนให้คิด" พัฒนาวิฉย ๓ ๒๕๑๔, หน้า ๕๖ - ๖๐.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ รายงานผลการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ๒๕๑๕, ๒๐ หน้า (อัครสำเนา)

วีรยุทธ วิเชียรโชติ การสอนประชาธิปไตยในโรงเรียน ๒๕๑๗, ๕ หน้า (อัครสำเนา)

วีรยุทธ วิเชียรโชติ และ นวลเทัญ วิเชียรโชติ อารยประชาธิปไตย บริษัทประชาชนจำกัด กรุงเทพฯ ๒๕๑๗, ๑๒๕ หน้า.

อมพงษ์ รุจิรวรรณ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์
พฤติกรรมด้านความเป็นผู้นำ ความตั้งใจเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ปรวิญญานีพนธ์ กท.ม. วิทยาลัย

วิชาการศึกษาระดับประถมศึกษา ๒๕๑๖, ๘๓ หน้า.

สามารถ ศรีจำนงค์ ผลของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อพฤติกรรมในชั้นเรียน
ของนักเรียน ปรวิญญานีพนธ์ กท.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาระดับประถมศึกษา ๒๕๑๖,

๑๘๓ หน้า

หนู ประธาน การศึกษาค้นคว้าแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบการรับรู้ ปรวิญญานีพนธ์ กท.ม. วิทยาลัยวิชาการ-

ศึกษาระดับประถมศึกษา ๒๕๑๖, ๑๘๓ หน้า.

อรทัย เศรษฐศักดิ์โก การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับความคิดแบบ
อื่นๆ และความคิดสร้างสรรค์ ปรวิญญานีพนธ์ กท.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาระดับ

ประถมศึกษา ๒๕๑๔, ๙๓ หน้า.

Aiken, Lewis and Aiken, Dorothy, "Recent Research on Attitudes
Concerning Science," Science Education, 53(1) : 295 -
305, October 1969.

American Association for the Advancement of Science, Science - A
Process Approach, AAAS/XEROX Corporation, 1970, 316 pp.

Australian Science Education Project (ASEP), Newsletter, 2:1
November 1970.

Baruch, D., How Ways in descipline, McGraw-Hill Book Co., Inc.,
New York, 1949, 280 pp.

Blair, Glenn Myers, Educational Psychology, The Macmillan Company,
New York, 1968, 650 pp.

Brockenridge, Marian Edgar, Child Development, W.E. Saunders Company,
London, 1955, 497 pp.

- Butrow, John W., "The Process Learning Components of Introductory Physical Science : A Pilot Study," Research in Education, Vol.6, No.10, October 1971, 85 pp.
- Carter, J.C., "The Authoritarian VS the Inquiry Approach," School Science & Mathematics, 33(6) : 36-39, February 1968.
- Child Study Association of America, Our Children Today, The Viking Press, New York, 1952, 366 pp.
- Cole, Henry, "An Interpretation of the Science--A process Approach Objectives in terms of Existing Psychological and Experimentation." Research in Education, Vol. 6, No. 8, August 1971, 20 pp.
- Dugger, James A., "A Study of Measurable Personal Factors of Leaders and Non - Leaders Among University Women ;" Dissertation Abstract, 30 : 1817 - A, 1969.
- Ferguson, G., Statistical Analysis in Psychology and Education, McGraw Hill Book Co., New York, 1971, 492 pp.
- Fyffe, Darrel Wayne, The Development of Test Items for the Integrated Science Processes : Formulating Hypothesis and Devining Operationally, Research in Education, Vol. 8, No. 4, April 1973, 89 pp.
- Garrett, H.E., Statistics in Psychology and Education, Vakins, Feffer and Simons Privated Ltd., Bombay, 1966, 491 pp.
- Good, Carter V., Dictionary of Education, McGrawHill Book Co., New York, 1959, 676 pp.
- Grover, Burton L., "Prediction of Achievement in Divergent and Convergent Learning Situation," The Journal of Educational Research, 59 : 9, 1966, 402 - 405 pp.

Guilford, J.P., Fundamental Statistics in Psychology and Education, McGraw - Hill Books Co., New York, 1965, 633 pp.

Klausmeier, Herbert J., and Ripple, Richard M., Learning and Human Abilities : Educational Psychology, Harper and Row, Publisher, New York, 1971, 180 pp.

Kolebas, Particia, "The Effectson the Intelligence, Reading, Mathematics and Interest in Science Level of Third Grade Students who have Participated in Science - A Process Approach Since First Entering School", Dissertation Abstract, Vol. 32, No. 8, February 1972, 4167 A pp.

Lindquist, E. F., Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education, Houghton Mifflin, Co., Boston, 1956, 393 pp.

McCormack, Alan J., "Effects of Selected teaching Methods on Creative Thinking, Self-Evaluation, and Achievement of Students Enrolled in an Elementary Science Education Method Course", Science Education, Vol. 55, July-September 1971, 301-306 pp.

McKay and Cameron, Marion B., "Cognitive Dias In Scottish First-Year Science and Arts Undergraduates" The Brirish Journal of Education Psychology, Vol., 38, Part 3, November 1968, 315-318 pp.

Okey, James R., and Fiel, Ronald L., Science Process Skills Program, Laboratory for Educational Development (Experimental Edition) Indiana University, Bloomington, Indiana, 1971.

Phyllis, Polwers Green House, "A Comparisionof Selected Personality Traits of Student Teachers and Supervising Teachers", Dissertation Abstracts 2 : 6 - A 1 6

Raun and Butts, "The Relationship Between the Strategies of Inquiry in Science and Student Cognitive and Affective Behavioral Change," Current Research in Elementary School Science, The Macmillan Company, New York, 1971, p. 204 - 214.

Starr, Robert James, "A Study of the Behavioral Outcomes Related to Science Process of Ninth Grade BSCD Students", Research in Education, Vol. 8, No. 4, April 1973, 93 pp.

Stires, Kenneth Loyd, "Leadership Designation and Perceived Ability as Determinants of Tactical Use of Modesty and Self Enhancement," Dissertation Abstract, 30 : 3551 - A, 1970.

Suchman, J., Richard, Inquiry Development Program : Developing Inquiry, Science Research Association, Inc., Chicago, 1966, 79 pp.

Surd and Trowbridge, Lestie W., Teaching Science By Inquiry in the Secondary School, Charles E., Merrill Publishing Co., Ohio, 1967, 357 pp.

Telford and Sawray, Exceptional Individual ; Psychological and Educational Aspects, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1967, 482 pp.

Wiggins, Jerry S. and others, The Psychology of Personality, Addison Wesley, 1971, 705 pp.

Yanagidate, Hay Daito, "A Study in Student Attitude Change Resulting from Non-Sequential Curriculum Modification Measured By Semantic Differential", Vol. 7 , No. 7, July 1972, 115 pp.

ภาคผนวก

- ๑ -

3. เป้าหมายของ
ทางระทางมะนาท
แชนไวสองดูโดยไม
ให้กมะนา

- สามารถขยายความ
จากความรู้ได้
- สามารถนำความรู้
ไปใช้ในรูปแบบโยก
ย้ายหรือขอความ
ได้โดยถูกต้อง
- 3- สามารถนำความรู้
หรือหลักการที่ได้ไป
ใช้ในวิถีชีวิตประจำวัน

- 4- สามารถอธิบาย
ความรู้ทางวิเส
ศาสตร์ที่ตนเองเข้าใจได้

- สามารถแนะแนวทางหรือวิธีดำเนินการทดลองได้
 - ๑๘ สามารถ คำนวณตามลำดับชั้น โดยใช้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้
 - ๑๙ อธิบายหลักการวิจัยเบื้องต้นได้
 - วางแผนการวิจัยเบื้องต้นได้
 - ดำเนินการวิจัยเบื้องต้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
 - ๒๐ สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม กับตัวแปรตามได้
 - สามารถบ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ที่จะมีอิทธิพลต่อการทดลองได้
 - สามารถแยกออกจาก สภาวะการค้นคว้าที่จะทำให้ตัวแปรมีความคงที่และสภาวะ การค้นคว้าใหม่ที่จะไม่ทำให้ค่าตัวแปรคงที่
 - สามารถสรุปอ้างอิงหรือสร้าง
1. การจำแนกและควบคุมตัว
 2. การที่ความสมบูรณ์ฐานข้อมูล
 3. การสร้างสมมติฐานเพื่อทำการทดลอง
 4. การให้เขียนปฏิบัติการ
 5. การวางแผนและปฏิบัติการทดลอง
1. ภายหลังทำการทดลองครั้งที่ 1
 - หวั่งถามว่าการทดลองนี้มีอะไรเป็นต้นสายปลาย
 - หลังจากนั้นก็ศึกษาทำการทดลองครั้งที่ 1 และถามปัญหาของจิตแล้ว ครุฑถาม
 - มีอะไรอยู่รอบ ๆ กระดาษก่อนที่จะเป่า
 - เมื่อกระดาษหุ่ตุนึงอยู่ในสมดุโดยมีแสงอะไรกระทบทำคอกระดาษบาง และแสงเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 - เมื่อเป่าลมไม่พวนกระดาษคานบนไฟแสงซึ่งกระดาษจะเป็นอย่างไร
 - อะไรเป็นตัวแปรต้นและตัวแปรตามในการทดลองครั้งนี้

- สามารถสรุปอ้างอิงหรือสร้าง " สมมติฐานใดหลาย ๆ แบบจากข้อ สันเทศที่กำหนดให้ "
- สามารถสร้างและแสดงให้เห็นถึง " วิเคราะห์ข้อสมมติฐานได้ "
- สามารถสร้างสมมติฐานซึ่งเป็นการ " สรุปรวบยอดจากผลการสังเกตได้ "
- สามารถปรับปรุงสมมติฐานใดภายหลัง " จากการสังเกตเพื่อทดสอบสมมติฐาน "
- สามารถสร้างนิยามปฏิบัติการซึ่ง " อธิบายถึงขอบข่ายการสังเกต "
- สามารถเขียนผลงานการทดลองรวม " ถึงการอภิปรายผลหาข้อสรุปต่าง ๆ ที่ ได้มาสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ "
- สามารถสร้างการทดลองที่จะให้ข้อมูล " เพื่อตอบปัญหาได้ "

- เราจะตั้งสมมติฐานเพื่อตอบ " ปัญหาของจิตสำหรับการทดลอง " " นี้อย่างไร "
- เราจะทำการทดลองเพิ่มเติม " เพื่อทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ " " ได้อย่างไร (กำหนดการกระทำ " " ให้ 2 แบบ และแนะนำวิธี "
- เชอคูนิ 2 ลูก)
- ในการทดลองเพิ่มเติม " " มีตัวแปรอะไรที่ต้องควบคุมบาง "
- ในการทดลองเพิ่มเติมเราจะ " " เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดลอง " " สมมติฐานได้อย่างไร "
- เราจะยอมรับสมมติฐานต่าง ๆ " " ไດหรือไม่ หรืออะไรที่ทดลอง " " ปรับปรุงบาง "

A₁ - เขาจะสรุปเป็นกฎเกณฑ์ใด

โดยไม่คำนึงถึงภายนอกและ

ในโรงเรียน

- ขวัญหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

โดยการอ่านหนังสือ

E₂ - นำวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประกอบ

กันขึ้นเป็นเครื่องมีวาทะวิทยาศาสตร์

E₃ - เคารพและปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ที่ตน

ยอมรับอย่างเคร่งครัด

E₄ ใจคอมั่นคงไม่หวั่นไหว

มีเหตุผล

- เราจะสรุปเป็นกฎเกณฑ์ใด

อย่างไร

- ถ้าหากมีผลมาก ๆ พัฒนา

ระหว่างข้อดีที่สูง ๆ อาจจะเกิด

อะไรขึ้นได้กับทั้งสองคน

- เราจะนำเอาความรู้ที่เรียนมา

นี้ไปใช้ทำอะไรประโยชน์อะไร

โดย

1. ถวายคำถามที่เป็นปัญหาของจิต
ทำไมกระต่ายจึงเคลื่อนไหวได้ทั้ง ๆ
ที่แปลมไม่ถูกกระต่าย"
 1. ทำการทดลองอันดับ
ที่ 1, 2 และ 3
 2. วางแผนและออกแบบ
การทดลอง
 3. เก็บรวบรวมข้อมูลจาก
การทดลอง
 4. บันทึกคำตอบของคำถาม
แต่ละข้อ
 5. บันทึกความรู้ที่ช่วย
กันสรุปไว้
2. พยายามตั้งคำถามเพิ่มเติมจากที่คร
ถาม หรือตั้งคำถามตามทักล่าวไว
ในพฤติกรรมการณ์สอนที่คาดหวัง
โดยครูไม่ตองถามนำ
3. ตอบคำถาม
4. อภิปรายคำตอบของนักศึกษาอื่น ๆ
5. ราชกันสรุปผล
6. ตั้งปัญหาจากประสบการณ์ของตนเอง
เคยพบเพื่อใช้กฎเกณฑ์ที่ได้เรียน
ไปนี้ตอบ

1. กระดาษอ่อน
- กระดาษจาก
สมุดเรียน
- 3 แผน
2. ม้วนาว 2 ลูก
3. เชือกเส้นเล็ก ๆ
- ประมาณ
- 1 เมตร

1. พิจารณาการวางแผน
และออกแบบการทดลอง
2. พิจารณาคำตอบของ
คำถามประเภททำนาย
และการนำไปใช้

แบบทดสอบทักษะขั้นสูงของขบวนการวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

ควรทำความเข้าใจคำชี้แจงนี้ก่อนลงมือทำข้อสอบ

๑. ข้อทดสอบนี้มุ่งที่จะวัดความชำนาญหรือทักษะทาง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาปรับปรุงการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประกอบด้วย แบบทดสอบ ๑ ชุด กระจายคำตอบ ๑ แผน และกระจายทด ๑ แผน

๒. ข้อสอบมี ๑๕ ข้อ ให้เวลาทำ ๓๐ นาที บางข้ออาจยากบางข้ออาจง่าย นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อหนึ่งข้อใดมากเกินไป ถ้าไม่แน่ใจอาจเดาได้ โดยไม่เสียคะแนนคิดลบถ้าเดาผิด

๓. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกาเครื่องหมาย X บนตัวอักษรตรงกับข้อที่เลือกในกระจายคำตอบ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

ข้อ (๐) ถ้าแรงโน้มถ่วงของโลกลดลงกว่าปัจจุบัน ผลจะเป็นอย่างไร

- ก. วัตถุจะเบาลง
- ข. วัตถุจะตกเร็วขึ้น
- ค. นกจะบินได้ต่ำลงกว่าเดิม
- ง. ผิวโลกจะมีอากาศมากขึ้น
- จ. คนจะกระโดดได้ต่ำลงกว่าเดิม

ในที่นี้คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือข้อ ก. วัตถุจะเบาลง นักเรียนจึงควรเลือกข้อ ก. และทำเครื่องหมาย X ลงบนอักษร ก. ในกระจายคำตอบในข้อที่ต่างกัน ดังนี้

ข้อ (๐) ~~ก.~~ ข. ค. ง. จ.

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ นักเรียนชี้ก้ามคำตอบเดิมออกเสียก่อน ดังตัวอย่าง นักเรียนเปลี่ยนจากคำตอบ ข. เป็นคำตอบ ง.

ข้อ (๐๐) ก. ข. ค. ~~ง.~~ จ.

หมายเหตุ ข้อในกระจายคำตอบกับในแบบทดสอบต้องตรงกัน ถ้ามีปัญหอะไรขอให้ถามผู้คุมสอบก่อนลงมือทำ

๔. รอจนกว่าผู้คุมสอบบอกให้ลงมือทำได้ จึงค่อยเปิดแบบทดสอบ

๕. เมื่อทำเสร็จแล้วหรือหมดเวลา นักเรียนต้องคืนแบบทดสอบ กระดาษคำตอบ และ
กระดาษทดแก่ผู้คุมสอบ ถ้านักเรียนนำสิ่งเหล่านี้ออกไปจากห้องสอบจะถือว่านักเรียนทุจริตในการสอบ
สำหรับกระดาษทอนั้นนักเรียนจะทออย่างไรก็ได้ เพราะไม่มีการให้คะแนนกระดาษทด.

๑. คำถามที่ว่า "ก้อนหิน ๒ ก้อนนี้จะมีมวลเท่ากันหรือไม่" จะสามารถตอบได้โดยคำตอบข้อใด
- ก้อนหิน ๒ ก้อนนี้มีน้ำหนักเท่ากัน
 - เมื่อนำก้อนหิน ๒ ก้อนนี้ไปวางบนตาชั่งที่มีจาน ๒ ขาง แล้วปรากฏว่าจานทั้ง ๒ ขางอยู่ในลักษณะสมดุล
 - เอาก้อนหินทั้ง ๒ ก้อนไปแทนที่น้ำแล้วเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ล้นออกมา
 - เปรียบเทียบขนาดกับวัตถุที่รูปร่างหนักแล้ว
 - วัดความกว้าง

๒. ข้อใดอธิบายความหมายของ ปริมาตรของน้ำที่เท่ากับก้อนกรวดก้อนหนึ่ง ที่สามารถสังเกตและทดลองให้เห็นจริง
- น้ำที่มีขนาดเท่ากับก้อนกรวดก้อนนั้น
 - น้ำที่มีน้ำหนักเท่ากับก้อนกรวดก้อนนั้น
 - น้ำที่มีส่วน กว้าง ยาว และหนาเท่ากับก้อนกรวดก้อนนั้น
 - น้ำซึ่งมีปริมาตร เท่ากับก้อนกรวดซึ่งหาได้โดยการวัด
 - ปริมาตรของน้ำที่ล้นจากการใส่ก้อนกรวดลงไปในภาชนะที่เต็มในน้ำไว้เต็มปริมาตร

๓. ข้อใดเป็นสมมุติฐาน เกี่ยวกับโรคมะเร็งที่จะมองเห็นแนวทางในการทดสอบได้ง่ายที่สุด
- โรคมะเร็งในตับคนเกิดจากบุคคลนั้นถูกรังสี
 - โรคมะเร็งเกิดขึ้นได้กับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิด
 - โรคมะเร็งในกะเพาะอาหาร เกิดจากการกินของเผ็ดบ่อย ๆ
 - รังสีเอกซ์เรย์จะทำให้เกิดมะเร็งในหนูชนิดหนึ่ง
 - เมื่อหนูขาวได้รังสีเอกซ์เรย์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณเซลล์ของเม็ดเลือดซึ่งเป็นอาการอย่างหนึ่งของโรคมะเร็ง

๔. ผู้เชี่ยวชาญทางเกษตรคนหนึ่งกำลังศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว ข้อใดควรจะเป็นความหมายของ "การเจริญเติบโตของต้นถั่ว" ได้ชัดเจนที่สุด
- น้ำหนักของต้นถั่วหลังจากปลูกได้ ๔ - ๕ สัปดาห์
 - จำนวนใบของต้นถั่ว
 - เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นถั่ว
 - ความสูง ของต้นถั่วจากพื้นดินถึงยอด
 - ถูกทุกข้อ

๕. การทดลองเพื่อจะทดสอบสมมุติฐานที่ว่า "พืช
ยิ่งได้รับแสงแดดมากจะยิ่งสูงมาก" โดยแบ่งพืช
ออกเป็นสองพวก พวกหนึ่งให้ได้รับแสงแดดมาก
อีกพวกหนึ่งให้ได้รับแสงแดดน้อย พืชทั้งสองพวก
จะต้องมีสิ่งใดที่เหมือนกันหรือเท่ากัน

- ก. ความสูงของพืช
- ข. ปริมาณแสงแดดที่พืชได้รับ
- ค. จำนวนวันในการทดลอง
- ง. ชนิดของพืชที่ใช้ทดลอง
- จ. ขอ ก. และขอ ง.

๖. ถ้าจะทดสอบว่า "หญ้าจะสูงขึ้นถ้ารดน้ำและใส่ปุ๋ย
มากขึ้น" ปริมาณใดจะเปลี่ยนไปตามปริมาณใด

- ก. ปริมาณน้ำและปุ๋ยจะเปลี่ยนไปตามความสูง
ของต้นหญ้า
- ข. ความสูงของต้นหญ้าเปลี่ยนไปตามปริมาณน้ำ
และปุ๋ย
- ค. ปริมาณปุ๋ยจะเปลี่ยนไปตามความสูงของ
ต้นหญ้าและปริมาณน้ำ
- ง. ปริมาณน้ำจะเปลี่ยนไปตามความสูงของ
ต้นหญ้าและปุ๋ย
- จ. ความสูงของต้นหญ้าและปริมาณปุ๋ยจะเปลี่ยน
ไปตามปริมาณของน้ำที่ใส่

๗. ในการทดลองเปรียบเทียบ ผลการ สะกัสน้ำของพืช
ควมน้ำรอนกับน้ำเย็นตัวแปรต้น ในที่นี้คืออะไร

- ก. น้ำรอน
- ข. น้ำเย็น
- ค. อุณหภูมิของน้ำ
- ง. ปริมาณของน้ำที่ใช้ในการ สะกัสน้ำ
- จ. ความเข้มของสีที่ได้

๘. ในการทดสอบสมมุติฐานดังต่อไปนี้ "ดินชนิด
ต่าง ๆ จะอุ้มน้ำได้ในปริมาณที่ต่างกัน" ผู้ทดลอง
ควรจะควบคุมตัวแปรใดบ้างในการทดลอง

- ก. ชนิดของดิน
- ข. ปริมาณน้ำที่ดินดูดซึมเอาไว้
- ค. ปริมาณน้ำที่ซึมผ่านดินชนิดต่าง ๆ
- ง. ปริมาตรของดินชนิดต่าง ๆ
- จ. ขอ ข. และ ง.

๙. "ในการทดลองครั้งหนึ่งใช้ผงแป้งชนิดหนึ่ง ผสมกับน้ำสมสายชู หรือผสมกับน้ำมะนาว จะเกิดฟองแก๊สขึ้น แต่เมื่อนำผงแป้งชนิดนี้ไปใส่ในน้ำเชื่อม ปรากฏว่าไม่เกิดฟองแก๊สขึ้น" เราควรตั้งสมมุติฐาน เพื่ออธิบายปรากฏการณ์นี้ได้อย่างไร

- ก. เมื่อผสมแป้งกับน้ำสมสายชู เกิดการเปลี่ยนแปลง คือ สังเกตเห็นฟองแก๊สเกิดขึ้น
- ข. เกิดฟองแก๊สขึ้น เพราะผงแป้งที่ใช้นี้ทำปฏิกิริยากับน้ำสมสายชู
- ค. ฟองแก๊สนั้นน่าจะเป็นฟองแก๊สไฮโดรเจน
- ง. แป้งชนิดนี้จะทำปฏิกิริยากับของเหลวที่มีรสเปรี้ยวทุกชนิดแต่จะไม่ทำปฏิกิริยากับของเหลวที่มีรสหวานทุกชนิด
- จ. น้ำสมสายชูและน้ำมะนาวมีฤทธิ์เป็นกรด

๑๐. นักเรียนชั้น มศ. ๓ คนหนึ่งสังเกตเห็นว่าได้อีเสื่อสีน้ำตาล และอีเสื่อสีขาว เล่นฟุตบอลปรากฏว่าจะร้อนมากจนอยางกันตามลำดับ และเสื่อทั้งสองสามตัวนั้นทำด้วยผ้าฝ้าย นักเรียนคนหนึ่งเกิดปัญหาคิดว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น เขาควรจะต้องตั้งสมมุติฐาน เพื่อที่จะทดสอบและตอบปัญหานี้ว่าอย่างไร

- ก. ที่เป็นเช่นนั้นเพราะอีเสื่อสีขาวดูดกลืนพลังงานความร้อนได้มากกว่าอีเสื่อสีน้ำตาล
- ข. อีเสื่อสีขาวดูดกลืนพลังงานความร้อนได้มากที่สุด
- ค. อีเสื่อสีขาวดูดกลืนพลังงานความร้อนได้น้อยที่สุด
- ง. เสื่อทั้งสองสามตัวร้อนไม่เท่ากันไม่ได้ขึ้นอยู่กับสีของเสื่อ
- จ. ผ้าสีแก่จะดูดกลืนความร้อนได้ดีกว่าผ้าสีอ่อน

๑๑. ในการทดลองครั้งหนึ่งผู้ทดลองต้องการที่จะปลูกกุหลาบ จึงวางแผนการทดลองโดยนำกิ่งกุหลาบสดซึ่งมีตาที่กำลังจะผลิทยาวกิ่งมาแบ่งออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน แล้วนำส่วนหนึ่งไปแช่ไว้ในกระป๋องบรรจุน้ำประปา อีกส่วนหนึ่งแช่ไว้ในน้ำประปาจำนวนเท่ากัน แต่ผสมด้วยเกลือชอล์ค ควรจะเป็นสมมุติฐานที่ผู้ทดลองคิดไว้ก่อนจะทำการทดลองนี้

- ก. กิ่งกุหลาบมีผลต่อน้ำประปา
- ข. เกลือมีผลต่อการผลิใบของตา
- ค. เกลือทำให้น้ำประปาบริสุทธิ์
- ง. เกลือมีผลต่อน้ำ เช่นเดียวกับกิ่งกุหลาบ
- จ. กิ่งกุหลาบอาจทำให้น้ำเกลือมีสีม่วง

๑๒. ทดไปน้สอโค เป็นสมมุติฐาน เพื่ออธิบายปัญหาและเพื่อทำการทดลองต่อไป

- ก. ฤดูหนาวอากาศเย็นสบายกว่าฤดูร้อน
- ข. แรงดึงดูดของแม่เหล็กไม่เหมือนกับแรงดึงดูดของโลก
- ค. น้ำทะเลมีรสเค็ม
- ง. บนดวงจันทร์มีแรงโน้มถ่วงน้อยกว่าบนโลก
- จ. สารละลายที่มีตัวถูกละลายเพิ่มขึ้นจะข้นมากยิ่งขึ้น

๑๓. นักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งรายงานว่ามีรากไม้ชนิดหนึ่งมีลักษณะเหมือนกับต้นไม้โปร่งฟ้าซึ่งหมอโบราณใช้รักษาอาการป่วยของเขาให้หาย
- ขอความใ้ที่แสดงขบวนการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการศึกษาค้นคว้าเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับสมมติทางยาของพืชนั้น
- ก. นำพืชนั้นไปทดสอบกับคนกลุ่มหนึ่ง โดยมีการควบคุมที่เหมาะสมและบันทึกผลการทดลองไว้
- ข. ทดลองกับหนู ๒ กลุ่ม คือแบ่ง เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อทดสอบผลของพืชนั้น
- ค. ส่งตัวอย่างของสารที่สกัดได้จากพืชนั้นไปยังกลุ่มนายแพทย์ต่าง ๆ ทั่วโลกเพื่อให้ศึกษายืนยันผลนี้
- ง. เอาพืชนั้นกับต้นไม้โปร่งฟ้ามาตัดขวาง- และดูว่าข้างในของพืชนั้น เหมือนกับต้นไม้โปร่งฟ้าหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง
- จ. เอาพืชนั้นมาสกัดสี เปรียบเทียบกับสีที่สกัดได้จากต้นไม้โปร่งฟ้าและดูว่ามีสีเหมือนกันหรือไม่เพียงใด

๑๔. นายแดงมีที่ดินอยู่ ๒ แปลง ๆ ละ ๑๐ ไร่ เขาอยากจะสร้างโรงงานในที่ดินแปลงหนึ่ง และปลูกยางโมในที่ดินที่เหมาะสมกับการปลูกยางโม เขาจึงนำดินจากแปลงทั้งสองมาทดสอบคุณภาพของดินวิธีใดจะเป็นการ เลือกดินจากทั้งสองแปลงที่เหมาะสมมากที่สุด
- ก. เลือกจากทุกตารางวาในที่ดินแต่ละแปลง
- ข. เลือกจากหลาย ๆ แห่งแบบสุ่มในที่ดินแต่ละแปลงมาทดสอบ
- ค. เลือกเอาดินตรงบริเวณเดียวกันของทั้งสองแปลง
- ง. เลือกเอาดินตรงกลางของที่ดินทั้งสองแปลงมาทดสอบคุณภาพของดิน
- จ. เลือกจากที่ใดก็ได้ขอให้อยู่ในที่ดินทั้งสองแห่งที่จะนำมาเปรียบเทียบกัน

๑๕. เพื่อที่จะทดสอบสมมติฐานที่ว่า "เมื่ออัตราส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศเพิ่มขึ้น อัตราการหายใจของสัตว์จะสูงขึ้นด้วย" ผู้ทดลองได้วางแผนที่จะทำการทดลองดังนี้ อากาศที่มีส่วนผสมของคาร์บอนไดออกไซด์ .๐๑, .๐๒, .๐๓ และ .๐๔% ให้หนูที่โตพอ ๔ ตัว ที่มีขนาดเท่ากัน เพศเดียวกัน และมีความสมบูรณ์พอ ๆ กัน หายใจโดยผ่านเครื่องช่วยหายใจตัวละ ๕ นาที แล้วนับจังหวะการเต้นของหัวใจทุก ๆ ๑ นาที แล้วหาค่าเฉลี่ยของหนูแต่ละตัวในการทดลองนี้ผู้ทดลองได้ทำอะไรบ้าง
- แบ่งหนูออกเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง
 - บอกตัวแปรที่ต้องควบคุมในการทดลอง
 - บอกการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรต้น
 - บอกค่าของตัวแปรตามที่เปลี่ยนไป
 - ขอ ข. และ ค.

๑๖. จากการวิจัยครั้งหนึ่งพบว่า "โดยเฉลี่ยแล้วผู้ชายสูงกว่าผู้หญิง" จากข้อความนี้อาจตีความหมายได้ว่อย่างไร
- ผู้ทำวิจัยเป็นผู้ชาย
 - ผู้หญิงเตี้ยกว่าผู้ชายทุกคน
 - ลักษณะสูงไม่ใช่ลักษณะของหญิง
 - อาจจะมีผู้ชายบางคนเตี้ยกว่าหญิง
 - มีผู้ชายที่สูงกว่าผู้หญิงอยู่ประมาณครึ่งหนึ่ง

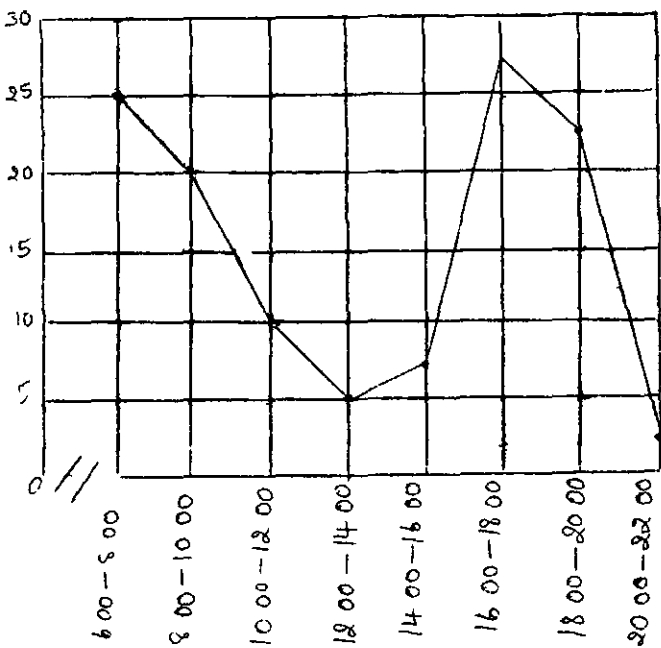
๑๗. ในการวัดจำนวนครั้งของการแกว่งลูกตุ้ม โดยให้ความยาวของเชือกที่ผูกลูกตุ้มสั้นยาวต่าง ๆ กัน และโคชอบูลดลงในตาราง

ความยาวของเชือก (ซม.)	จำนวนรอบใน ๑ นาที
๒๐	๒๕
๒๕	๒๐
๓๐	๕๕
๓๕	๕๐
๔๐	๔๕

จากข้อมูลที่ได้อธิบายความหมายใดอย่างใดจึงจะสมเหตุสมผล

- ลูกตุ้มแกว่งเร็วขึ้นเมื่อใช้เชือกยาวขึ้น
- ลูกตุ้มแกว่งช้าลงเมื่อใช้เชือกยาวขึ้น
- เส้นเชือกกับความเร็วในการแกว่งของลูกตุ้มแปรผันตามกัน
- ความเร็วของการแกว่งลูกตุ้มไม่มีความสัมพันธ์กับความยาวของเส้นเชือกที่ใช้
- ความยาวของเส้นเชือกที่ใช้นั้นอยู่กับความเร็วในการแกว่งของลูกตุ้ม

๑๘.



จากตารางบันทึกจำนวนเที่ยวของรถเมล์เล็ก วิ่ง
เข้า-ออก ในซอยแห่งหนึ่ง ในวันหนึ่งผลการ
สังเกตเป็นตามกราฟข้างบนนี้
ขอความในใจว่าจะถูกของที่สุดโดยอาศัยรายละเอียด
ข้างตน

- น่าจะมีโรงเรียนอยู่ในซอยนี้
- วันที่สังเกตนี้คงจะไม่ใช่วันหยุดราชการ
- คนออกนอกซอยมากในตอนเช้าและกลับเข้า
ซอยมากในตอนเย็น
- กลางวันอากาศร้อน คนขับออนเพลย์ไม่ยัก
ขับจึงทำให้จำนวนเที่ยวของรถเมล์ลดลง
- ในวันที่สังเกตนี้ คนต้องการรถมากจาก
เวลา ๖.๐๐ ถึง ๘.๐๐ นาฬิกา และ
๑๖ ถึง ๑๘ นาฬิกา

๑๙.

นักเรียนคนหนึ่งซึ่งวัดอุณหภูมิช่วยตาซึ่งมาตรฐาน
หลายครั้ง โดยเปลี่ยนอุณหภูมิของวัตถุนั้นทุกครั้ง
ที่วัด จาก 0°C ถึง 100°C ปรากฏว่าวัตถุ
นั้นหนักเท่ากันทุกครั้งที่ยัง

จากผลการซึ่งนี้ควรสรุปได้ควาอย่างไร

- สำหรับวัตถุนั้นนี้ ถึงแม้ว่าจะมีอุณหภูมิ
เปลี่ยนไปมวลงจะไม่แตกต่างกัน
- วัตถุทุกชนิดจะมีมวลไม่ต่างกัน แม้ว่าจะมี
อุณหภูมิไม่เท่ากัน
- มวลของวัตถุนั้นนี้จะคงที่เมื่ออุณหภูมิอยู่
ระหว่าง 0°C จนถึง 100°C
- อาจมีมวลต่างกันถ้าใช้ตาซึ่งดีกว่านี้
- ไม่สามารถสรุปอะไรได้

คำทอขมที่ถูกล

๑. ข	๒. จ	๓. จ	๔. ก
๕. จ	๖. ข	๗. ก	๘. ง
๙. ง	๑๐. จ	๑๑. ข	๑๒. จ
๑๓. ข	๑๔. ข	๑๕. ง	๑๖. ก
๑๗. ข	๑๘. จ	๑๙. ก	

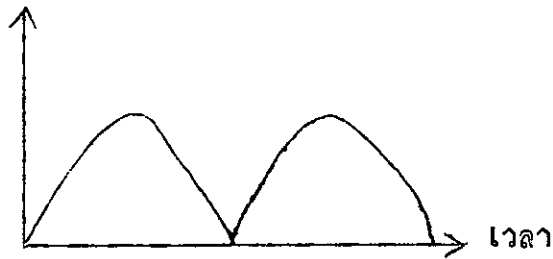
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ ๕

คำชี้แจง

๑. ข้อสอบทั้งหมดมี ๔๐ ข้อ ให้เวลาทำ ๖๐ นาที
๒. การตอบให้นักศึกษาอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง
คำตอบเดียวโดยกาเครื่องหมาย X บนตัวอักษรตรงกับข้อที่เลือกในกระดาน
คำตอบ
๓. บางข้ออาจยากบางข้ออาจง่าย นักศึกษาไม่ควรเสียเวลากับข้อหนึ่งข้อใดมากเกินไป
ถ้าไม่แน่ใจอาจเดาได้โดยไม่เสียคะแนนติดลบแต่ใด
๔. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงบนกระดาษคำถาม

๓. ข้อใดต่อไปนี้ที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงได้เพียงอย่างเดียว?
 - ก. ปฏิกิริยาเคมี
 - ข. ไคนาโมและเซลล์ปฐมภูมิ
 - ค. มอเตอร์และเซลล์ทุติยภูมิ
 - ง. เจเนอเรเตอร์และเซลล์แห้ง
 - จ. โรงไฟฟ้าที่โซลพลังงานน้ำตก
๔. การที่ขดลวดหมุนรอบแกนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก ท่านคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นในขดลวดนั้น?
 - ก. กระแสตรง
 - ข. กระแสสลับ
 - ค. เส้นแรงแม่เหล็ก
 - ง. ความต้านทานภายใน
 - จ. ความต้านทานภายนอก
๕. ทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดจะขึ้นอยู่กับข้อใด?
 - ก. จำนวนรอบของขดลวด
 - ข. พื้นที่หน้าตัดของขดลวด
 - ค. ความเข้มของสนามแม่เหล็ก
 - ง. ความเร็วในการหมุนของขดลวด
 - จ. แนวทางการเคลื่อนที่ของขดลวด
๖. ปริมาณของกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับข้อใด?
 - ก. ความเร็วในการหมุนของขดลวด
 - ข. ความเข้มของสนามแม่เหล็ก
 - ค. จำนวนรอบของขดลวด
 - ง. พื้นที่หน้าตัดของขดลวด
 - จ. ถูกทั้งหมด
๗. ถ้าเส้นแรงแม่เหล็กผ่านตัวนำด้วยจำนวนคงที่ตลอดเวลา จะเกิดอะไรขึ้นที่ตัวนำ?
 - ก. เกิดกระแสตรง
 - ข. เกิดกระแสสลับ
 - ค. เกิดกระแสเหนี่ยวนำ
 - ง. ไม่เกิดกระแสเหนี่ยวนำ
 - จ. เกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำ
๘. อุปกรณ์ใดต่อไปนี้ที่สนับสนุนหลักการที่ว่า "พลังงานเปลี่ยนรูปได้"?
 - ก. ปลั๊ก
 - ข. สวิตช์
 - ค. ขดลวด
 - ง. แม่เหล็ก
 - จ. ไคนาโม
๙. ข้อใดคือข้อแตกต่างระหว่างไคนาโม ๒ Phase และ Phase เดียว?
 - ก. ชนิดของประจุ
 - ข. ชนิดของกระแส
 - ค. ชนิดของแรงเคลื่อน
 - ง. ความเร็วของกระแส
 - จ. ความเร็วของกระแส

๔. กระแส



กราฟรูปนี้แสดงถึงอะไร?

- ก. กระแสสลับทางเดียว
- ข. กระแสตรง ๑ Phase
- ค. กระแสสลับ ๑ Phase
- ง. กระแสตรง ๒ Phase
- จ. กระแสสลับ ๒ Phase

๕. ความเร็วของขดลวดในไดนาโมนั้น นอกจากมีผลต่อปริมาณของกระแสที่เหนี่ยวนำแล้ว ยังมีผลต่ออะไรของกระแสที่เหนี่ยวนำอีก?

- ก. ชนิด
- ข. ความถี่
- ค. แอมพลิจูด
- ง. ทิศทางการไหล
- จ. ความยาวของข่วงคลื่น

๑๐. สิ่งใดที่จะต้องเท่ากันทั้งในขดปฐมภูมิและทุติยภูมิในหม้อแปลงไฟฟ้า?

- ก. กำลังไฟฟ้า
- ข. ปริมาณกระแส
- ค. แรงเคลื่อนไฟฟ้า
- ง. จำนวนรอบของขดลวด
- จ. พื้นที่หน้าตัดของขดลวด

๑๑. ถ้าป้อนกระแสแรงเคลื่อน ๒๒๐ V. เข้าไปที่ขดปฐมภูมิจำนวน ๑๐๐ รอบ ของหม้อแปลงลงที่ขดทุติยภูมิมี ๒๕ รอบ จะได้แรงเคลื่อนออกมาเท่าใด?

- ก. ๕๕ V.
- ข. ๖๐ V.
- ค. ๑๑๐ V.
- ง. ๑๑๕ V.
- จ. ๑๒๕ V.

๑๒. เหตุใดจึงต้องแปลงแรงเคลื่อนขึ้นที่สูง ๆ ในการส่งไฟฟ้าจากเขื่อนมายังเมืองต่าง ๆ?

- ก. เพื่อให้กระแสวิ่งไปได้ไกล ๆ
- ข. เพื่อให้เกิดความรบกวนน้อย
- ค. เพื่อให้ใช้สายไฟเส้นเล็ก ๆ ได้
- ง. เพื่อลดการสูญเสียพลังงานตามสาย
- จ. เพื่อให้ประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง

๑๓. การทำงานของฟิวส์หลักการอะไร?

- ก. กระแสไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน
- ข. เกิดวงจรลัดเมื่อกระแสไม่ผ่านความต้านทาน
- ค. สารต่าง ๆ ยอมให้กระแสผ่านได้ไม่เท่ากัน
- ง. ความต้านทานสูงทำให้เกิดความร้อนมาก
- จ. สารต่าง ๆ มีจุดหลอมเหลวไม่เท่ากัน

๑๔. ฟิวส์ทำหน้าที่อะไร?

- ก. เป็นสวิตช์เปิดปิดวงจร
- ข. ควบคุมแรงเคลื่อนในวงจร
- ค. ป้องกันไม่ให้เกิดวงจรลัด
- ง. เป็นสะพานไฟให้กระแสผ่าน
- จ. ป้องกันอันตรายจากการเกิดวงจรลัด

๑๕. ถ้าสายไฟในบ้านใช้เส้นเล็กเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. ใช้ฟิวส์ขนาดเล็กลงได้
- ข. เสียพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น
- ค. หลอดไฟไม่สว่างเต็มที่
- ง. ต้องใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้ามากขึ้น
- จ. เกิดความร้อนสูงจนเป็นอันตรายได้

๑๖. ถ้าหากต่อสวิตช์ขนานกับดวงไฟดวงหนึ่งจะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. ใช้เปิด-ปิดไฟดวงนั้นไม่ได้
- ข. มีกระแสไหลเข้าหลอดไฟมากขึ้น
- ค. หลอดไฟมีความต้านทานมากขึ้น
- ง. หลอดไฟจะร้อนมากขึ้นกว่าปกติ
- จ. แสงที่ได้อาจจากหลอดไฟจะกระพริบตลอดเวลา

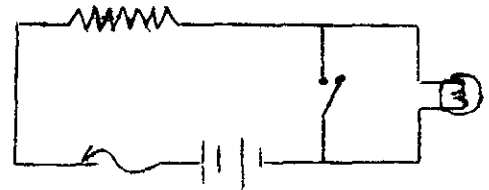
๑๗. ถ้าหากต่อปลั๊กกับดวงไฟดวงหนึ่งแบบอนุกรมแล้วจะเกิดผลอย่างไร เมื่อเปิดหลอดไฟและพัดลมที่เสียบกับปลั๊กนั้น?

- ก. เกิดวงจรลัด
- ข. ฟิวส์ขาดทันที
- ค. หลอดไฟขาดทันที
- ง. มีผลเหมือนกับต่อแบบขนาน
- จ. หลอดไฟสว่างไม่เต็มที่หรือไม่สว่าง

๑๘. เหตุใดเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านประเภทให้แสงสว่างหรือความร้อนจึงต้องต่อแบบขนาน?

- ก. เพื่อไม่ให้เกิดความร้อนมาก
- ข. เพื่อป้องกันการเกิดวงจรลัด
- ค. เพื่อจะได้ใช้สายเส้นเล็ก
- ง. เพราะแต่ละอันต้องการกระแสเท่า ๆ กัน
- จ. เพราะแต่ละอันต้องการแรงเคลื่อนเท่า ๆ กัน

๑๙.



ในวงจรนี้ อุปกรณ์ใดที่ติดอยู่?

- ก. ฟิวส์
- ข. สวิตช์
- ค. หลอดไฟ
- ง. แมกเนต
- จ. ความต้านทาน

๒๐. ถ้าใช้กระแสไฟ ๑ แอมแปร์ กับกาศมกกาไฟฟ้าที่มีกำลัง ๔๕๐ วัตต์ กานี้จะต้องใช้กับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่าใด?

- ก. ๑๑๐ V.
- ข. ๒๒๐ V.
- ค. ๓๓๐ V.
- ง. ๔๔๐ V.
- จ. ๕๕๐ V.

๒๑. ถ้าเสียบค่าไฟฟ้าชนิดละ ๑ บาท ใช้ภายในข้อ ๒๐. เป็นเวลา ๕ ชั่วโมง จะเสียบค่าไฟฟ้าเท่าไร

ก. ๑.๖๐ บาท

ข. ๒.๒๐ บาท

ค. ๓.๔๐ บาท

ง. ๔.๒๐ บาท

จ. ๕.๓๐ บาท

๒๒. หลอดไฟฟ้า ๒ หลอด ตางกันไฟ ๔๐ วัตต์เท่ากัน แต่ใช้แรงเคลื่อนต่างกันคือ ๒๒๐ และ ๑๑๐ โวลต์ หลอดทั้งสองนี้ต้องการกระแสไฟอย่างไร?

ก. ใช้กระแส เป็น ๒ เท่าของอีกหลอดหนึ่ง

ข. ใช้กับกระแสจำนวนเท่าใดก็ได้

ค. ใช้กับกระแสจำนวนต่างกัน

ง. ใช้กับกระแสจำนวนเท่ากัน

จ. ไม่มีข้อใดถูก

๒๓. เราใช้หลักการอะไรที่ปรับเตาไฟฟ้าให้มีความร้อนตามต้องการได้?

ก. แขนโลหะแต่ละชนิดขยายตัวได้ไม่เท่ากัน

ข. แขนเหล็กพื้นเตาได้รับความร้อนได้จำกัด

ค. กระแสไฟฟ้าจะลดลงเมื่อใช้เตาที่นานขึ้น

ง. แขนภายในระบายความร้อนให้อากาศ

จ. อากาศแม่เหล็กต้านทานการไหลของกระแส

๒๔. เทอร์โมสแตท (Thermostat) มีหน้าที่อย่างไร?

ก. ป้องกันไฟช็อต

ข. ปรับกำลังไฟให้คงที่

ค. ให้กระแสผ่านได้มาก

ง. ปรับความร้อนให้คงที่

จ. ปรับให้กระแสไหลเข้าอย่างสม่ำเสมอ

๒๕. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนทำงานโดยวิธีใด?

ก. โลหะต่างชนิดกันจะขยายตัวได้ไม่เท่ากัน

ข. ให้กระแสที่มีแรงเคลื่อนสูงมากผ่านเส้นลวด

ค. เทอร์โมสแตทจะขยายตัว คายความร้อน

ออกมา

ง. ลวดที่มีความต้านทานน้อย เมื่อกระแสผ่าน

จะเกิดความร้อนมาก

จ. ลวดที่มีความต้านทานมากเมื่อกระแสผ่าน

จะเกิดความร้อนมาก

๒๖. เหตุใดจึงต้องใช้บัลลาสต์ (Ballast) กับหลอดฟลูออเรสเซนต์

ก. เพื่อต้องการให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ

ข. เพื่อต้องการให้หลอดสว่างมากขึ้น

ค. เพื่อต้องการให้ภายในหลอดไม่สุญญากาศ

ง. เพื่อต้องการให้กระแสเข้าหลอดมาก

จ. เพื่อต้องการให้หลอดมีความต้านทานมากขึ้น

๒๗. เพราะเหตุใดบัลลาสต์จึงต้องใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ?

ก. เพื่อให้เกิดความต้านทานสูง

ข. เพื่อให้ใช้หลอดไฟได้ทนทาน

ค. เพื่อให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง

ง. เพื่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

จ. เพื่อให้กระแสไฟเข้าหลอดมากยิ่งขึ้น

๒๘. สตาร์ทเตอร์ (Starter) มีหน้าที่อย่างไร?

- ก. เพื่อช่วยให้หลอดสว่างยิ่งขึ้น
- ข. เพื่อให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง
- ค. เพื่อให้เกิดความต้านทานสูง
- ง. เพื่อช่วยให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น
- จ. เพื่อช่วยตัดกระแสไม่ให้ไหลผ่านไส้หลอดเมื่อไส้หลอดร้อน

๒๙. ถ้ามีอากาศอยู่ในหลอดไฟฟ้าแบบธรรมดาจะมีผลอะไร?

- ก. หลอดจะสว่างมาก
- ข. ทองโซลิดจะเปลืองไฟฟ้า
- ค. ไส้หลอดไหม้และชากง่าย
- ง. หลอดจะร้อนจัดมาก
- จ. หลอดจะทองโซลิดกระแสมากยิ่งขึ้น

๓๐. เพราะเหตุใดไส้หลอดไฟฟ้าแบบธรรมดาจึงร้อนเมื่อภายในหลอดเป็นสุญญากาศ?

- ก. เพราะไส้หลอดยาวมาก
- ข. เพราะไส้หลอดระเหยได้ง่าย
- ค. เพราะไส้หลอดมีจุดหลอมเหลวต่ำ
- ง. เพราะมีกระแสไหลเข้ามามาก
- จ. เพราะไส้หลอดมีความต้านทานน้อย

๓๑. หลอดไฟฟ้าจะสว่างขึ้นได้เนื่องจากอะไร?

- ก. ไส้หลอดยาวมาก
- ข. ไส้หลอดได้รับความร้อนมาก
- ค. ไส้หลอดมีความต้านทานน้อย
- ง. กระแสที่เข้ามายังหลอดมีแรงเคลื่อนสูง
- จ. ไส้หลอดทำให้ก๊าซอาร์กอนกระจายแสงออกมา

๓๒. หลอดไฟฟ้าในบ้านควรจะใช้หลอดประเภทใดที่คุ้มค่าที่สุด?

- ก. หลอดธรรมดา
- ข. หลอดนีออน
- ค. หลอดเรืองแสง
- ง. หลอดไฟแสงจันทร์
- จ. หลอดฟลูออเรสเซนต์

๓๓. หลอดไฟฟ้า ๕๕ วัตต์ ใช้กับแรงเคลื่อนไฟฟ้า ๒๒๐ โวลต์ กระแสจะผ่านไส้หลอดเท่าใด?

- ก. ๐.๒๕ แอมแปร์
- ข. ๕.๕ แอมแปร์
- ค. ๕๕ แอมแปร์
- ง. ๑๐๐ แอมแปร์
- จ. ๒๒๐ แอมแปร์

๓๔. สารเรืองแสงในหลอดฟลูออเรสเซนต์จะเกิดเรืองแสงสว่างเมื่อใด?

- ก. ไส้หลอดร้อน
- ข. สตาร์ทเตอร์ทำงาน
- ค. อิเล็กตรอนชนไอปรอท
- ง. อิเล็กตรอนชนสารเรืองแสง
- จ. รังสีอัลตราไวโอเลตกระทบสารเรืองแสง

๓๕. เหตุใดภายในหลอดไฟฟ้าธรรมดาจึงมีอากาศอยู่ไม่เต็ม?

- ก. จะทำให้เกิดไฟช็อต
- ข. จะทำให้ไส้หลอดไหม้
- ค. จะทำให้เกิดแสงสว่างน้อย
- ง. จะทำให้มีแสงไฟดับ ๆ ติด ๆ
- จ. จะทำให้เกิดแสงสว่างมากกว่าปกติ

๓๖. เหตุใดโรงไฟฟ้าจึงส่งไฟแบบกระแสสลับ?

- ก. สูญเสียพลังงานน้อย
- ข. เกิดความรบกวนตามสายน้อย
- ค. จะได้โรสายเส้นเล็ก ๆ ใด
- ง. ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ไต่สะดวก
- จ. เปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนไต่สะดวก

๓๗. คลื่นพาต่างจากคลื่นเสียงในข้อใด?

- ก. หูรับคลื่นเสียงได้ แต่รับคลื่นพาไม่ได้
- ข. คลื่นพาที่มีความถี่ไม่คงที่ แต่คลื่นเสียงคงที่
- ค. คลื่นพามีแอมพลิจูดน้อย แต่คลื่นเสียงมีมาก
- ง. คลื่นพาเป็นแบบ A.M. คลื่นเสียงเป็นแบบ F.M.
- จ. คลื่นพากระจายออกไปทุก ๆ ทิศ แต่คลื่นเสียงไปทิศเดียว

๓๘. ในวันที่มีฝนตก เปิดวิทยุแล้วมีเสียงโครกคราก แสดงว่าวิทยุนั้นรับคลื่นแบบอะไร?

- ก. U.H.F.
- ข. V.H.F.
- ค. A.M.
- ง. F.M.
- จ. S.W.

๓๙. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นหน้าที่ของเครื่องขยายเสียง?

- ก. ขยายความถี่ของสัญญาณไฟฟ้า
- ข. ขยายแอมพลิจูดของสัญญาณไฟฟ้า
- ค. เพิ่มความเร็วของสัญญาณไฟฟ้า
- ง. ป้อนสัญญาณให้ลำโพงทำงาน
- จ. ถ่ายทอดสัญญาณจากไมโครโฟนไปลำโพง

๔๐. ถ้าต้องการ เปลี่ยนพลังงานเสียง เป็นพลังงานไฟฟ้าจะต้องใช้เครื่องมืออะไร?

- ก. ลำโพง
- ข. ไมโครโฟน
- ค. แอมพลิไฟร์
- ง. สายอากาศ

จ. ไฟฟ้ล็กทริกเซลล์

๔๑. ทำไมลำโพงที่มีกรวยกระด้างใหญ่จึงมีเสียงทุ้มกว่าลำโพงที่มีกรวยกระด้างขนาดเล็ก?

- ก. กรวยขนาดใหญ่มีกำลังมากกว่า
- ข. กรวยขนาดใหญ่สั่นไ้ช้ากว่าขนาดเล็ก
- ค. กรวยขนาดใหญ่สั่นไ้เร็วกว่าขนาดเล็ก
- ง. กรวยขนาดใหญ่ทำให้อากาศสั่นสะเทือนไ้มากกว่า
- จ. เกิดเสียงก้องในกรวยขนาดใหญ่กว่าขนาดเล็ก

๔๒. ร่องจานเสียงแบบสเตอริโอต่างจากแบบโมนอทรีใด?

- ก. ร่องลึกกว่า
- ข. ร่องตื้นกว่า
- ค. ร่องกว้างกว่า
- ง. ชอบร่องขนานกัน
- จ. ชอบร่องไม่ขนานกัน

๔๓. ถ้าเราเปิดแฉับเสียงด้วยความเร็วสูงกว่าตอนที่บันทึกเสียงไว้จะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. เสียงทุ้มกว่าปกติ
- ข. เสียงดังกว่าปกติ
- ค. เสียงแหลมกว่าปกติ
- ง. เสียงค่อยกว่าปกติ
- จ. ไม่เกิดเสียง

๔๔. ถ้าเอาแม่เหล็กไปถูกลับไปที่กลับมานแถบบันทึกเสียงที่บันทึกไว้แล้วหลาย ๆ เที้ยวจะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. สัญญาณที่บันทึกไว้ลบหมด
- ข. ความถี่ของสัญญาณจะเพิ่มขึ้น
- ค. แอมพลิจูดของเสียงจะลดลง
- ง. ทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำมากขึ้น
- จ. ความเข้มของสนามแม่เหล็กจะลดลง

๔๕. ภาพเนกาทิฟต่างจากภาพโพสิทิฟในข้อใดมากที่สุด?

- ก. สี
- ข. ขนาด
- ค. ทิศทางของภาพ
- ง. จำนวนจุดบนภาพ
- จ. รายละเอียดของภาพ

๔๖. ภาพเสมือน เป็นภาพที่เกิดจากอะไร?

- ก. กล้องจุลทรรศน์
- ข. กล้องฉายรูป
- ค. เรตินาภายในตา
- ง. กระจกเงาระนาบ
- จ. ภาพบนจอเครื่องฉายภาพนิ่ง

๔๗. การใช้แว่นขยายจะต้องวางวัตถุไว้ที่ใด?

- ก. ที่จุดโฟกัส
- ข. นอกจุดโฟกัสออกไป
- ค. ระหว่างเลนส์กับโฟกัส
- ง. ที่จุดระยะสองเท่าของโฟกัส
- จ. ระหว่างโฟกัสกับจุดศูนย์กลางความโค้ง

๔๘. ถ้ามีตาข้างเดียวจะต่างจากมีตาสองข้างอย่างไร?

- ก. มองในที่มืดแสงน้อย ๆ ไม่ชัดเท่าที่มีตาสองข้าง
- ข. สามารถเล็งแนวทางได้แม่นยำกว่ามีตาสองข้าง
- ค. มองเห็นไม่ไกลเท่ากับมีตาสองข้าง
- ง. กระระบะตึกพลาตมากกว่ามีตาสองข้าง
- จ. มองเห็นสีของวัตถุไม่ชัดเท่ากับมีตาสองข้าง

๔๙. ทำไมจึงต้องปรับโฟกัสหรือระยะหน้ากล้องทุกครั้งที่ได้ถ่ายรูป?

- ก. เพื่อให้ภาพตกบนฟิล์มชัดแจนที่สุด
- ข. เพื่อจัดขนาดของภาพให้พอเหมาะ
- ค. เพื่อควบคุมปริมาณแสงที่ผ่านเข้ากล้อง
- ง. เพื่อควบคุมเวลาให้แสงผ่านเข้ากล้อง
- จ. เพื่อให้ความเข้มของแสงที่ตกบนฟิล์มเท่ากันทุกจุด

๕๐. เลนส์กล้องถ่ายรูปต่างจากเลนส์ตาอย่างไร?
- เลนส์ตามีรัศมีความโค้งมากกว่าเลนส์กล้อง
 - เลนส์ตากระจายแสงแต่เลนส์กล้องรวมแสง
 - เลนส์ตาความยาวโฟกัสไม่คงที่แต่เลนส์กล้องคงที่
 - เลนส์กล้อง เป็นเลนส์เว้า ส่วนเลนส์ตาเป็นเลนส์นูน
 - เลนส์กล้องรับภาพได้ทุกขนาดแต่เลนส์ตา รับไม่ได้ทุกขนาด

๕๑. ถ้าใช้เลนส์เว้าทำเป็นเลนส์กล้องถ่ายรูปจะเกิดอะไรขึ้น?

- ถ่ายภาพได้ชัดขึ้น
- ถ่ายภาพไม่ชัดหรือไม่ชัด
- ถ่ายภาพในที่มืดแสงน้อย ๆ ได้ดี
- ถ่ายภาพที่กำลังเคลื่อนไหวได้ดี
- ถ่ายภาพสีได้ดีกว่าใช้เลนส์นูน

๕๒. คุณสมบัติข้อใดของซิลเวอร์ ในเทรพบนแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการรับภาพ?

- ดูดกลืนแสงไวได้
- ไม่ทำปฏิกิริยากับแสง
- เมื่อถูกแสงจะเปลี่ยนสี
- ล้างออกจากแผ่นฟิล์มได้
- เกาะติดแผ่นฟิล์มอย่างหนาแน่น

๕๓. ถ้าภาพยนตร์ภาพยนตร์ เลื่อนด้วยความเร็วต่ำกว่า ๑๐ ภาพต่อวินาที จะเกิดอะไรขึ้น?

- ภาพยนตร์จะมีติดปกติ
- จะเห็นภาพยนตร์ไม่เคลื่อนไหว
- จะเห็นภาพยนตร์ไม่ชัดเจน
- จะเห็นภาพเคลื่อนไหวตามปกติ
- ภาพยนตร์จะเลื่อนเร็วจนดูไม่ทัน

๕๔. ข้อใดเป็นข้อแตกต่างของการบันทึกเสียงลงบนฟิล์มภาพยนตร์ กับบนแผ่นเทป?

- บันทึกลงบนฟิล์มมี ๒ track แผ่นเทปมี track เดียว
- บันทึกลงบนฟิล์มเป็นแบบโมโน แผ่นเทปแบบสเตอริโอ
- บันทึกลงบนฟิล์มใช้แสงบนเทปใช้แม่เหล็ก
- บันทึกลงบนฟิล์มใช้ไฟฟ้าแผ่นเทปใช้ประจุ
- บันทึกลงบนฟิล์มลบไม่ได้ แผ่นเทปลบได้

๕๕. ถ้าต้องการดูภาพของการยิงประตูฟุตบอล จะต้องทำอย่างไร?

- เปลี่ยนโฟกัสของเลนส์ฉาย
- เพิ่มความเร็วของแสงที่ผ่านฟิล์ม
- ลดแรงเคลื่อนของโฟโตอิเล็กทริก เซลล์
- เพิ่มความเร็วของฟิล์มทอนฉายให้มากกว่าตอนถ่ายภาพ
- ลดความเร็วของฟิล์มทอนฉายให้ช้ากว่าตอนถ่ายภาพ

๕๖. ถ้าเราใช้กล้องโทรทรรศน์ดูจูลินทรีย์ผลจะเป็นอย่างไร?

- ก. มองเห็นจูลินทรีย์หัวกลับ
- ข. จะเห็นจูลินทรีย์ขนาดเท่าตัวจริง
- ค. ไม่สามารถเห็นสีของจูลินทรีย์ได้
- ง. ไม่แตกต่างจากใช้กล้องจุลทรรศน์ดู
- จ. มองไม่เห็นเพราะโฟกัสของเลนส์วัตถุยาวเกินไป

๕๗. กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ขึ้นอยู่กับข้อใด?

- ก. ความหนาของเลนส์วัตถุ
- ข. ความโค้งของเลนส์วัตถุ
- ค. กำลังรวมแสงของเลนส์ตา
- ง. กำลังรวมแสงของเลนส์วัตถุ
- จ. ระยะห่างระหว่างเลนส์วัตถุกับเลนส์ตา

๕๘. ทำไมเราจึงไม่ใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูวัตถุใกล้ๆ ?

- ก. มีกำลังขยายน้อย
- ข. มีกำลังรวมแสงต่ำ
- ค. จะมองเห็นภาพหัวกลับ
- ง. มองเห็นได้เป็นบริเวณแคบมาก
- จ. ความยาวโฟกัสของเลนส์สั้นเกินไป

๕๙. ข้อใดที่มีหน้าที่เหมือนกับโฟโตอิเล็กทริกเซลล์มากที่สุด?

- ก. สวิตช์
- ข. บัลลาสต์
- ค. แมตเทอร์
- ง. เทอร์โมสแตท
- จ. หลอดเรืองแสง

๖๐. ถ้าอุณหภูมิของเครื่องยนต์สูงผิดปกติขณะรถวิ่ง หมายความว่าอาจเกิดจากสาเหตุข้อใดต่อไปนี้?

- ก. น้ำมัน เบรคหมด
- ข. น้ำมัน เครื่องมากเกินไป
- ค. มีน้ำในหม้อน้ำน้อยเกินไป
- ง. เพียบบริชท์แซ่ไว้นานเกินไป
- จ. วังรตควยเกียร์ทำงานเกินไป

๖๑. ถ้าจะจอดรถไว้ในที่ลาดชันมาก ๆ เป็นเวลา ๑ ชั่วโมง เราควรจะทำอย่างไร?

- ก. เพียบเบรคไว้
- ข. เข้าเกียร์หนึ่งไว้
- ค. ใส่เบรคมือไว้
- ง. เพียบบริชท์ไว้
- จ. เข้าเกียร์ว่างแล้วคิกเครื่องไว้

๖๒. ครีฑทำหน้าที่อะไร?

- ก. ทดรับการหมุนของเครื่องยนต์
- ข. ควบคุมความเร็วการหมุนของล้อ
- ค. ไม่ให้เครื่องดับเวลารถวิ่งช้า
- ง. ช่วยเหลือการทำงานของเบรค
- จ. ถ่ายหรือตัดพลังงานไปยังเกียร์

๖๓. ถ้าท่อไอเสียทะลุจะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. รถจะวิ่งช้าลง
- ข. ไอเสียออกได้มากขึ้น
- ค. เกิดการขาดระบบตอนนอกไข่มากขึ้น
- ง. เชื้อเพลิงจะเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์
- จ. เสียงเครื่องยนต์ดังมากขึ้นผิดปกติ

๒๔. อุปกรณ์ใดที่มีในกลจักร เบนซิน แต่ไม่มีใน
กลจักรดีเซล?

- ก. หัวเทียน
- ข. เกียร์
- ค. หัวฉีด
- ง. ลูกสูบ
- จ. ครีซท์

๒๕. เครื่องยนต์ดีเซลดีกว่าเครื่องยนต์ เบนซินใน
ข้อใด?

- ก. ราคาถูกกว่า
- ข. การบำรุงรักษาง่ายกว่า
- ค. กินน้ำมันน้อยกว่าและทนทานกว่า
- ง. เครื่องเดินเรียบไม่สั่นสะเทือนมาก
- จ. ขนาดและน้ำหนักเบากว่าเมื่อแรงม้าเท่ากัน

๒๖. ส่วนใดของรถยนต์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการ
เคลื่อนที่ของตัวรถ?

- ก. เบรค
- ข. ครีซท์
- ค. ลอหลัง
- ง. ลอหน้า
- จ. เพลากลาง

๒๗. ถ้าน้ำมันเครื่องแห้งแล้วยังให้รถวิ่งต่อไปอีก
จะเกิดอะไรขึ้น?

- ก. ไม่เกิดอะไรขึ้น
- ข. เครื่องยนต์พังทันที
- ค. เวลาเบรคจะถี่มาก
- ง. เครื่องยนต์จะร้อนผิดปกติ
- จ. เครื่องจะมีเสียงดังมากขึ้น

๒๘. ทำไมขณะรถวิ่งเราจึงไม่ใช่เบรคมือเพื่อหยุดรถ?

- ก. เพราะรถจะไม่หยุดนิ่งทันที
- ข. เพราะจะทำให้ครีซท์เสียหาย
- ค. เพราะรถจะหยุดอย่างกะทันหัน
- ง. เพราะรถจะไม่หยุดหมุนทั้งล้อ
- จ. เพราะเสียเวลาทองเหยียบครีซท์ไทนาน ๆ

๒๙. ข้อใดต่อไปนี้ที่รถยนต์จะอยู่ในสภาพที่ลื่นไถลด้วย
ความเร็วที่เพิ่มขึ้นหรือเท่ากับความเร็วของ
กลจักร?

- ก. เมื่อใช้เกียร์ ๑
- ข. เมื่อใช้เกียร์ ๒
- ค. เมื่อใช้เกียร์ ๓
- ง. เมื่อใช้เกียร์ ๔
- จ. เมื่อใช้เกียร์ถอยหลัง

๓๐. ถ้าเครื่องบินมีความเร็วเท่ากับเสียงจะเกิด
อะไรขึ้น?

- ก. มีแรงต้านทานน้อย
- ข. มีแรงขับเคลื่อนเพิ่มขึ้น
- ค. จะบินช้าลงกว่าเดิม
- ง. จะบินผ่านอากาศได้เร็วขึ้น
- จ. อากาศจะสั่นสะเทือนมาก อาจทำให้
เครื่องบินระเบิดได้

๓๑. ข้อใดที่สามารถอธิบายได้โดยหลักของ เบอรรูลลี (Bernoulli's Principles)?

- ก. รด่วงควายความเร็วสูงจะทรงตัวไม่ดี
- ข. ปลุกตึกชิดกันจะทำให้ตึกทรงตัวดีขึ้น
- ค. เครื่องบินที่บินควายความเร็วสูงจะมีความ
กันสูง
- ง. กระแสน้ำไหลควายความเร็วสูงจะมีความ
กันไม่เท่ากัน
- จ. ปลุกตึกชิดกันทำให้มีช่องแคบระหว่างตึก
ทั้งสอง เมื่อลมเป่าผ่านช่องระหว่างตึก
จะทำให้ตึกพังเซาหากัน

๓๒. เพราะเหตุใดเครื่องบินจะขึ้นจึงต้องแล่นพวนลม?

- ก. เพราะกระแสลมจะช่วยให้เกิดแรงยก
- ข. เพราะจะทำให้เครื่องไม่มีแรงเสียดทาน
- ค. เพราะเครื่องบินจะทรงตัวดีขึ้น
- ง. เพราะจะทำให้เครื่องบินบินได้เร็ว
- จ. ไม่มีข้อใดถูก

๓๓. เราจะลดแรงต้านทานของอากาศได้อย่างไร?

- ก. ให้บินเร็วยิ่งขึ้น
- ข. ลดความเร็วลง
- ค. เพิ่มแรงยกมากขึ้น
- ง. ปรับความคันภายในและภายนอกให้เท่ากัน
- จ. ออกแบบเครื่องบินให้เพรียวลม ผิวเกลี้ยง

๓๔. เครื่องบินจะบินได้ต้องอาศัยแรงอะไร?

- ก. แรงดูดและแรงกด
- ข. แรงลอยตัวและแรงยก
- ค. แรงโน้มถ่วงและแรงดัน
- ง. แรงดูดและแรงโน้มถ่วง
- จ. แรงขับและแรงลอยตัว

๓๕. ทำไมจึงทำปีกเครื่องบิน เป็นแผนอากาศ?

- ก. ทำให้เกิดแรงยก
- ข. ทำให้คล่องตัวขณะบิน
- ค. ทำให้เกิดความสวยงาม
- ง. ทำให้เครื่องบินทรงตัวได้ดี
- จ. ทำให้เกิดแรงผลักดันไปข้างหน้า

๓๖. เฮลิคอปเตอร์มีข้อดีกว่าอากาศยานแบบอื่น ๆ
อย่างไร?

- ก. บินได้ไกล
- ข. ไม่สิ้นเปลือง
- ค. ประหยัดเชื้อเพลิง
- ง. พยุงนิ่งในอากาศได้
- จ. ตานทานกระแสลมแรงได้ดี

๓๗. ถารู้สึกหูอื้อในขณะที่เครื่องบินกำลังบินขึ้นหรือลง
จะแก้ไขได้อย่างไร?

- ก. บ้วนน้ำลาย
- ข. กลืนน้ำลาย
- ค. โคลงศีรษะไปมา
- ง. หายใจเข้าออกช้า ๆ
- จ. หายใจเข้าออกเร็ว ๆ

๓๘. การบินแบบซูเปอร์โซนิก (Super Sonic)

เป็นการบินแบบใด?

- ก. ช้ากว่าเสียง
- ข. เร็วกว่าเสียง
- ค. เท่ากับเสียง
- ง. บินสูงกว่า ๒๐,๐๐๐ ฟุต
- จ. บินแล้วเกิดเสียงดังมาก

๓๙. จรวดต่างกับไอพ่นอย่างไร?

- ก. จรวดช้ากว่าไอพ่น
- ข. จรวดใช้เชื้อเพลิงแข็ง ไอพ่นเหลว
- ค. จรวดใช้อากาศในการสันดาป ไอพ่นไม่ต้อง
- ง. จรวดไม่ต้องการอากาศ ไอพ่นต้องการ
- จ. จรวดเร็วกว่าเสียง ไอพ่นช้ากว่าเสียง

๔๐. ทำไมเครื่องบินขนาดใหญ่ ๆ จึงต้องใช้รันเวย์ยาวกว่าเครื่องบินขนาดเล็กในขณะบินขึ้น?

- ก. เพราะวิ่งไต่ช้ากว่า
- ข. เพราะมีพื้นที่ปีกมากกว่า
- ค. เพราะต้องการแรงขึ้นมากกว่า
- ง. เพราะต้องการแรงยกมากกว่า
- จ. เพราะแผนอากาศมีมุมเอียงน้อยกว่า

คำทอขยพฏก

๑. ဂ	๒๑. ၅	၄၁. ၅	၆၁. ဂ
၂. ၅	၂၂. ဂ	၄၂. ၇	၆၂. ၇
၃. ၇	၂၃. ဂ	၄၃. ဂ	၆၃. ၇
၄. ၇	၂၄. ၄	၄၄. ဂ	၆၄. ဂ
၅. ၄	၂၅. ၇	၄၅. ဂ	၆၅. ဂ
၆. ၇	၂၆. ဂ	၄၆. ၄	၆၆. ၄
၇. ၄	၂၇. ၄	၄၇. ဂ	၆၇. ၅
၈. ၅	၂၈. ၇	၄၈. ၄	၆၈. ဂ
၉. ၅	၂၉. ဂ	၄၉. ဂ	၆၉. ၄
၁၀. ဂ	၃၀. ၅	၅၀. ဂ	၇၀. ၇
၁၁. ဂ	၃၁. ၅	၅၁. ၅	၇၁. ၇
၁၂. ၄	၃၂. ၇	၅၂. ဂ	၇၂. ဂ
၁၃. ၇	၃၃. ဂ	၅၃. ၅	၇၃. ၇
၁၄. ၇	၃၄. ၅	၅၄. ၇	၇၄. ဂ
၁၅. ဂ	၃၅. ၇	၅၅. ၇	၇၅. ၄
၁၆. ၇	၃၆. ဂ	၅၆. ၅	၇၆. ၅
၁၇. ၇	၃၇. ဂ	၅၇. ဂ	၇၇. ၅
၁၈. ၇	၃၈. ဂ	၅၈. ၇	၇၈. ၅
၁၉. ၅	၃၉. ၅	၅၉. ဂ	၇၉. ၄
၂၀. ၄	၄၀. ၅	၆၀. ဂ	၈၀. ၄