THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK. THAILAND

บทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (THE INVESTIGATIVE METHOD OF INQUIRY) ที่ส่งผลต่อพัฒนาการบุคลิกภาพด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณ

ปริญญานิพนธ์

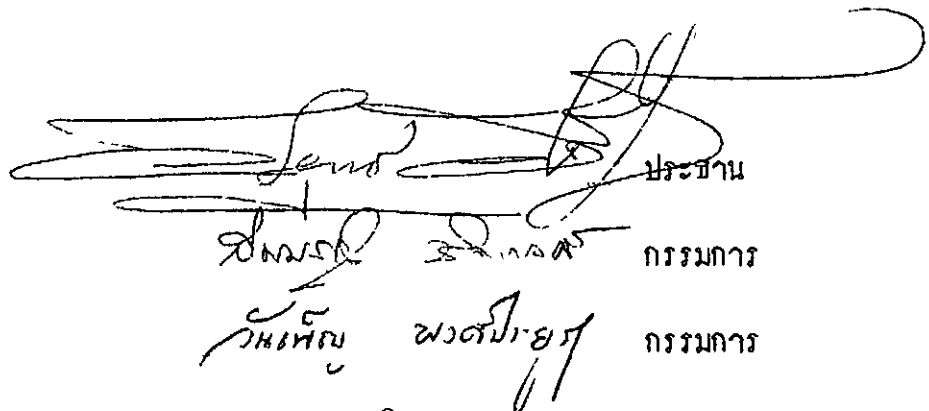
ของ

เรียม ศรีทอง

ว.ป. 25
ร 3

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
พฤศจิกายน ๒๕๑๖

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้.



ประธาน

กรรมการ

กรรมการ

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๑๖

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากผู้เขียนได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ อาจารย์สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และ อาจารย์วันเพ็ญ พงศ์ประยูร ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ และคณะครูโรงเรียนสายน้ำผึ้ง กรมสามัญศึกษา ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการศึกษาทดลองครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่งตลอดมา

ขอขอบคุณต่อสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่กรุณาให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการสอนเป็นอย่างดียิ่ง และขอขอบคุณคณะผู้วิจัยตามโครงการพัฒนาการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกลุ่มที่ ๑ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้ซึ่งร่วมมือกันด้วยดีตลอดมา

เรียม ศรีทอง

สารบัญ

บทที่		หน้า
๑.	บทนำ	
	ภูมิหลัง	๑
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	๓
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	๔
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	๕
	คำนิยามปฏิบัติการและศัพท์เฉพาะ	๖
๒.	ทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๑๔
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	๔๗
	ผังทฤษฎีของความคิดแบบสืบสวนสอบสวน	๔๙
๓.	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	๕๓
	กลุ่มตัวอย่าง	๕๓
	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	๕๓
	การดำเนินการทดลอง	๖๑
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	๖๘
๔.	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	๗๒
	สัญญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	๗๒
	การวิเคราะห์ข้อมูล	๗๓
	๑. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ	๗๔
	๒. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนและคะแนนความคิดวิจารณญาณ	๗๖
	๓. การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนและความคิดวิจารณญาณของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ซึ่งทดสอบก่อนทำการสอนและหลังทำการสอน	๘๐

หน้า

๔. เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและผลของการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณ ๘๕

๕. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งแสดงความคิดเห็นต่อการเรียน การสอนแบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ๙๕

๕. สรุป อภิปรายและเสนอแนะ ๑๐๒

ความมุ่งหมายในการวิจัย ๑๐๒

กลุ่มตัวอย่าง ๑๐๒

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ๑๐๓

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ๑๐๔

อภิปรายผล

ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาวิจัยต่อไป ๑๑๗

บรรณานุกรม ๑๑๙

ภาคผนวก ๑๒๒

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
๑.	เปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน และวิธีสอนแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป	๑๖
๒.	เปรียบเทียบขบวนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับทักษะในขบวนการทางวิทยาศาสตร์	๖๑
๓.	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์	๕๕
๔.	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ	๖๐
๕.	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนและหลังการสอน ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	๗๔
๖.	แสดงค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณ	๗๗
๗.	แสดงพัฒนาการทางด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนสอน และหลังสอน	๘๑
๘.	แสดงพัฒนาการทางด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ (ปริมาณ) และคุณภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน	๘๒
๙.	แสดงพัฒนาการด้านการคิดวิจารณญาณเมื่อคิดคะแนนแต่ละฉบับของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน	๘๔
๑๐.	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	๘๖
๑๑.	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อหรือปริมาณของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	๘๗

๑๒. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการสังเกตของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ๘๘

๑๓. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการอธิบายของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ๘๙

๑๔. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการทำนายของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ๘๙

๑๕. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ๙๐

๑๖. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดวิจารณญาณด้านความจำของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ๙๒

๑๗. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดวิจารณญาณด้านการตีความของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ๙๓

๑๘. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดวิจารณญาณด้านการอนุมานของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ๙๓

๑๙. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดวิจารณญาณด้านการสรุปความของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ๙๔

๒๐. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดวิจารณญาณด้านการประเมินของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ๙๔

๒๑. แสดงความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวน จากการสัมภาษณ์นักเรียนในระหว่างที่ทำการทดลองสอน ๙๖

๒๒. แสดงความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวนจากการเขียนบรรยายความรู้สึกของนักเรียนในระหว่างที่ทำการทดลองสอน ๙๘

๒๓. แสดงความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่เสนอแนะเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนต้องการเสนอให้มีการเปลี่ยนแปลงในการเรียน การสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้จากการสัมภาษณ์ และการบรรยายความรู้สึกของนักเรียนในระหว่างที่ทำการทดลองสอน ๑๐๐

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
๑.	ขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน	๑๗
๒.	แสดงวัฏจักรของขบวนการเรียน การสอนแบบสืบสวนสอบสวน	๑๙
๓.	โครงแบบการสอนแบบ Interactive Model of the Investigation Method of Inquiry	๑๒๖

บทที่ ๑

บทนำ

ภูมิหลัง

ในยุคปัจจุบันวิทยาการต่าง ๆ เจริญก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็วดังจะเห็นว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้เข้ามาเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ตลอดเวลา สภาพของสังคมเปลี่ยนแปลงไป สภาพทางการศึกษาก็ต้องเปลี่ยนแปลงให้สอดคล้อง หรือก้าวนำการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ฉะนั้นนักการศึกษาจึงจำเป็นต้องพิจารณาความเหมาะสมของหลักสูตรในรูปของโครงสร้างและขบวนการของหลักสูตร ซึ่งประสงค์จะถ่ายทอดวัฒนธรรมของชาติ ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสังคม รวมทั้งควรเน้นถึงการพิจารณาขบวนการศึกษาที่ส่งเสริมการค้นพบความจริงและหาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว และการพัฒนาสังคมไปสู่สังคมประชาธิปไตย ต้องอาศัยขบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดการพัฒนาความรู้อย่างแท้จริง แต่ที่เป็นอยู่ขบวนการเรียนการสอนของเราในเกือบทุกระดับ ยังมิได้มีการส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีความคิดก้าวหน้าไปให้ทัน หรือนำหน้าการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ อย่างมีแบบแผนอย่างจริงจัง กล่าวคือการเรียน การสอนโดยทั่วไปมุ่งหมายเพียงแต่ให้เรียนรู้เนื้อหาที่กำหนดไว้มากมายให้ทันกับเวลา วิธีการที่เด็กเรียน คือการจดจำเนื้อหาต่าง ๆ ที่ครูสอนให้ได้มากที่สุด เพื่อจะสอบให้ได้ตามเกณฑ์วัดผลท่องจำที่กำหนดไว้ เมื่อเสร็จสิ้นการสอบก็หมดช่วงการเรียนไปตอนหนึ่ง วิธีสอนแบบนี้กำหนดหน้าที่ครูเป็นผู้นำความรู้มาให้เป็นส่วนใหญ่ โดยคำนึงถึงการปลูกฝังให้เด็กได้ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักวิเคราะห์และแก้ปัญหา มีความสามารถเข้าใจข้อเท็จจริงและแสดงเหตุผลด้วยตนเอง หรือรู้จักวิธีแสวงหาความรู้ได้เองตลอดจนขาดการเสริมสร้างให้บุคคลมีบุคลิกภาพอันพึงประสงค์ของสังคมที่กำลังเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การมุ่งเน้นเนื้อหาวิชาเพียงด้านเดียว เป็นการยากที่การสอนในโรงเรียนจะคลุมเนื้อหาที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้หมด ขณะที่มีความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มเติมอยู่ทุกช่วงเวลา นับว่าปัญหาสำคัญในวงการศึกษาก็คือการขาดการสนับสนุนให้มีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบสภาพความเป็นจริง และการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ตลอดจนการพัฒนาบุคลิกภาพของบุคคลอันเป็นกำลังสำคัญในการนำสังคมให้กลายเป็นสังคมไทยพัฒนา (ที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าเดิม) เพื่อความเจริญทันและก้าวนำโลก ดร.สาโรช บัวศรี รวมทั้งคณะผู้อภิปรายในวันเปิดงานของปีการศึกษาระหว่างชาติ (International Education Year)

ได้เรียกร้องให้มีการเรียน การสอนให้คิดในทุกระดับการศึกษา เพราะจะเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษาน้อยมาก ถ้ามุ่งเน้นด้านวิชาการที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และการสอนทางโรงเรียนก็คงไม่สามารถจะให้ความรู้แก่นักเรียนได้หมด การรู้จักคิดของนักเรียนจะเป็นแนวทางให้การศึกษาพัฒนาไปสู่การค้นพบสภาพความเป็นจริง บุคคลจึงสามารถก้าวไปพร้อม หรือก้าวนำหน้าสภาพการณ์ในสังคมได้ ตรงกับความคิดของนวลเพ็ญ วิเชียรโชติ (พัฒนาวัดผล ๖, ๒๕๑๓ : ๕๘) ที่ว่าการมีความรู้ในเนื้อหาวิชา แต่ไม่รู้จักคิด จะไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ตรงกันข้ามกับคนที่มีความรู้ในเนื้อหาวิชาประกอบการรู้จักคิด จะสามารถนำความรู้ไปสร้างสรรค์งานใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ และสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองต่อไป จากความจำเป็นดังกล่าว จึงควรมีการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาในการพยายามใช้เทคโนโลยี่ และแนวคิดใหม่ ๆ มาพัฒนา และแก้ไขปัญหาในขบวนการเรียน การสอนให้มากขึ้น การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวความคิด วิธีการ กลวิธี ตลอดจนอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน เพื่อช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการเรียน การสอน อาจกล่าวสรุปรวมกันเรียกว่าการใช้เทคโนโลยี่การสอน (กรมวิชาการ, ๒๕๑๕ : ๙๘) ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน อันเป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมพัฒนาปัญญาธรรม และความสามารถด้านต่าง ๆ ตลอดจนบุคลิกภาพของบุคคล เพื่อให้ได้บุคคลที่มีประสิทธิภาพเชื่อต่อการพัฒนาประเทศ

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) นี้เริ่มสอนเป็นครั้งแรกที่มลรัฐอิลินอยส์ (Illinois) สหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ.๑๙๕๗ อันเป็นระยะที่อเมริกากำลังตื่นตัวเนื่องจากเหตุที่รัสเซียมีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ถึงขั้นปิ่งจรวดขึ้นสู่อวกาศได้สำเร็จ เหตุนี้ทำให้อเมริกามุ่งปรับปรุงวิชาการด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์กันอย่างกว้างขวาง เพื่อให้เด็กสามารถเรียนรู้วิชาการและสามารถค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ได้อย่างรวดเร็ว โดยมุ่งให้มีการสอนให้เด็กรู้จักคิด การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเน้นศูนย์กลางอยู่ที่ตัวเด็ก ให้พยายามหาทางคิดค้นหาความรู้และควบคุมตนเองได้ มีอิสระที่จะคิดตัดสินใจด้วยตัวเอง ผลที่ตามมาคือผู้เรียนสามารถค้นพบหรือแสวงหาความรู้ได้เอง สามารถประเมินค่าหรือสรุปความรู้ หรือทฤษฎีต่าง ๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ แทนที่จะเป็นทาสทางความคิดของผู้อื่น ซุคแมน (Suchman; ๑๙๖๖ : ๖๔) สรุปว่าการเรียนการสอนแบบปลูกฝังความคิดแบบสืบสวนสอบสวนให้นักเรียน จะช่วยให้นักเรียน

- คุ้นเคยกับความจริงของโลก
- ได้สร้างความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้องกับความจริงอื่น ๆ
- มีความสามารถในด้านความคิดสร้างสรรค์และความสามารถจัดกระสวนความคิดอย่างมีระเบียบ
- พัฒนาความสามารถในด้านการเข้าใจความหมายด้วยวิธีสังเกตสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีรากฐานมาจากจิตวิทยาในเรื่องการเน้นพัฒนาการทางสมองของเปียเจท์(Piaget) ซึ่งพบว่าคนเรามีขบวนการคิดเป็นสองประการ คือ มีโครงสร้างความคิดเดิม และสามารถนำโครงสร้างเดิมมาปรับปรุงเพื่อรับความรู้ใหม่ได้ วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นวิธีการหนึ่งที่อาจจะพัฒนาบุคคลให้เป็นคนมีเหตุผล มีการตัดสินใจที่ดี มีความคิดสร้างสรรค์เพื่อสามารถคิดค้นความรู้ใหม่ ๆ ตลอดจนสามารถนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการดำรงชีวิตได้มากขึ้น ซึ่ง ดร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ ได้จัดตั้ง The Inquiry Development Projectขึ้นเมื่อ ๒๕๑๓ เพื่อพัฒนาทฤษฎีและขบวนวิธีสอนที่เน้นหลักการสืบสวนสอบสวน เพื่อการค้นพบความเป็นจริง และความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ อันมีระเบียบวิธีทางการคิด (Method of Inquiry) วิธีการเรียน การสอนมีมากมายหลายวิธี แต่มีปัญหาอยู่ว่าวิธีการใดบ้างที่จะช่วยส่งเสริมพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของบุคคล และเหมาะกับสภาพของสังคมด้วย การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยประสงค์จะศึกษาดูบทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนว่าจะส่งผลต่อพัฒนาการบุคลิกภาพด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณของเด็กเพียงใด โดยศึกษาวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนจากโครงการพัฒนาการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และจากการทดลองสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ภาคกลาง ปีการศึกษา ๒๕๑๕ ต่อเนื่องถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ในภาคต้นปีการศึกษา ๒๕๑๖ โดยเปรียบเทียบกับวิธีสอนที่ใช้อยู่โดยทั่วไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาข้อเท็จจริงของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่จะส่งผลต่อพัฒนาการของบุคลิกภาพด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และ

ความคิดวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ต่อเนื่องถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ดังต่อไปนี้

๑. เพื่อศึกษาผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนว่า จะส่งผลต่อพัฒนาการบุคลิกภาพด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณหรือไม่เพียงใด โดยเปรียบเทียบกับผลการสอนแบบที่ใช้สอนอยู่โดยทั่วไป

๒. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มที่สอนแบบสืบสวนสอบสวน และนักเรียนกลุ่มที่ใช้วิธีสอนที่ใช้อยู่ทั่วไป โดยเปรียบเทียบคะแนนของการทดสอบก่อนการสอนและหลังการสอน

๓. เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่าง

- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับความคิดวิจารณญาณ
- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
- ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์กับความคิดวิจารณญาณ

๔. เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ

๕. เพื่อศึกษาดูการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และวิธีที่ใช้สอนอยู่ทั่วไปว่าจะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

<u>ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า</u>

๑. เพื่อทดลองศึกษาวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนว่าจะส่งผลต่อการพัฒนาบุคลิกภาพและความคิดของบุคคลได้หรือไม่เพียงไร ถ้าพบว่าส่งผลต่อพัฒนาการด้านบุคลิกภาพและความคิดได้จริง จะเป็นแนวทางที่สำคัญของการเรียน การสอนที่ส่งเสริมพัฒนาการของบุคคลทั้งด้านบุคลิกภาพและความสามารถทางการคิด

๒. การศึกษาวิจัยโดยการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนครั้งนี้ เป็นการทดลองวิธีการปลูกฝังการรู้จักคิดแก่นักเรียนวิธีหนึ่งว่าจะได้ผลเพียงไร ถ้าได้ผลเป็นที่พอใจแล้ว จะเป็นแนวทางอันหนึ่งในการส่งเสริมการรู้จักคิดของบุคคล

๓. จากการศึกษาวิจัย ถ้าพบว่านักเรียนรู้จักใช้ความคิด จะเป็นแนวทางอันหนึ่งในการแนะแนวการเรียนอันเหมาะสมแก่บุคคล

๔. เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงวิธีการเรียน การสอนในวิชาต่าง ๆ ให้กว้างขวางต่อไปตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษา เพื่อให้เหมาะสมที่จะส่งเสริมพัฒนาการของบุคคลตลอดจนการวางจุดมุ่งหมายของการศึกษา ปรับปรุงหลักสูตรเพื่อพัฒนาการศึกษาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

๕. เพื่อเสนอวิธีสอนอันอาจจะเป็นประโยชน์ต่อวงการศึกษา และเผยแพร่วิธีสอนที่อาจจะสามารถส่งเสริมสมรรถภาพทางการคิด อันเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับบุคคลในการพัฒนาประเทศต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

มวลประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โรงเรียนสายน้ำผึ้ง กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ต่อเนื่องถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โรงเรียนสายน้ำผึ้ง กรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน ๖ ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ๓ ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน ๑๓๒ คน ใช้วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และกลุ่มควบคุม ๓ ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน ๑๓๒ คน ใช้วิธีการสอนแบบที่ใช้อยู่ทั่วไป การทดลองสอนครั้งนี้ใช้เนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้น ม.ศ.๑ และ ม.ศ.๒

เวลาที่ทดลองทำการสอนครั้งนี้ เป็นเวลา ๒ ภาคเรียน ได้แก่ภาคเรียนที่ ๓ ปีการศึกษา ๒๕๑๕ ต่อเนื่องถึงภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๖

ตัวแปรที่ทำการศึกษาครั้งนี้ แบ่งเป็นตอน ๆ ดังนี้

๑. การศึกษาผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อพัฒนาการด้านบุคลิกภาพทางทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวนสอบสวนและความคิดวิจารณญาณ

ก. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) คือ วิธีสอน ได้แก่วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน และวิธีสอนแบบที่ใช้อยู่ทั่วไป

ข. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

- ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน
- ความคิดวิจารณญาณ

๒. การหาความสัมพันธ์ ได้แก่คะแนนจากแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดการคิดแบบสืบสวนสอบสวน และแบบทดสอบวัดการคิดวิจารณญาณ

๓. การหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณญาณ

ก. ตัวแปรอิสระได้แก่คะแนนที่เป็นผลการสอนในช่วงเวลาระหว่างการสอบครั้งแรก (Pre-test) และการสอบครั้งหลัง (Post-test)

ข. ตัวแปรตามได้แก่ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณญาณ

๔. การศึกษาการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และการสอนแบบที่ใช้อยู่ทั่วไป

ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน

การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคล เพื่อจัดใส่ไว้ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แต่สุ่มนักเรียนออกมาจำนวน ๖ ห้องเรียน จากนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ทั้งหมด ๑๐ ห้องเรียน แล้วจึงแบ่งให้ ๓ ห้องเรียนเป็นห้องทดลอง และอีก ๓ ห้องเรียนเป็นห้องควบคุม นักเรียนในแต่ละห้อง ทางโรงเรียนได้จัดไว้เป็นแบบคละตามเกณฑ์คะแนนของการสอบคัดเลือก การสุ่มและการจัดนักเรียนแบบคละน่าจะช่วยควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนต่าง ๆ อันอาจเนื่องมาจากระดับสติปัญญา สภาพทางเศรษฐกิจ และสังคม ฯลฯ ได้พอสมควร

คำนิยามศัพท์เฉพาะ และนิยามปฏิบัติการ

๑. การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ ค้นพบความสัมพันธ์และหลักการเองจากสถานะการณ์หรือกิจกรรมที่พบเห็น หรือกิจกรรมที่ผู้สอนเสนอให้ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย หรือปัญหาแล้วพยายามแสวงหาความรู้ด้วยการตั้งคำถามจากสิ่งที่เผชิญอยู่นั้น การสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่เริ่มใช้มีอยู่ ๔ ชนิดดังนี้

๑.๑ การสอนแบบสืบสวนสอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถาม เพื่อสืบสวนเอง (Active Inquiry) เป็นวิธีสอนที่นักเรียนหาความรู้โดยใช้คำถามของตนเองเป็นส่วนใหญ่ ใช้คำถามขั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย การควบคุมและการนำไปใช้ประโยชน์ครูเป็นผู้เร้าให้นักเรียน

ซักถามตามขั้นต่าง ๆ จนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

๑.๒ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) เป็นวิธีสอนที่ครูใช้วิธีสืบสวนสอบสวนโดยการตั้งคำถามขั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย การควบคุมและการนำไปใช้เป็นส่วนใหญ่ เพื่อให้นักเรียนลงสรุปความรู้ หรือหลักการต่าง ๆ ด้วยตนเอง

๑.๓ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูและนักเรียนร่วมกันถาม (Combined Inquiry) เป็นวิธีสอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันใช้วิธีการสืบสวนสอบสวนจากการตั้งคำถามขั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย การควบคุมและการนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนลงสรุปความรู้ด้วยตนเอง เป็นวิธีการสอนแบบผสมระหว่างการสอนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถามเป็นส่วนใหญ่ (Active Inquiry) และการสอนชนิดที่ครูเป็นผู้ถามเป็นส่วนใหญ่ (Passive Inquiry)

๑.๔ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ใช้วิธีสอนหลายวิธีประกอบกัน โดยอาศัยขบวนการสืบสวนสอบสวนเป็นแนวทางหาความรู้ (Investigative Method of Inquiry) เป็นการสอนที่ประกอบด้วยการสอนหลายวิธี เช่น การสอนเป็นทีม การสอนสาธิต การทดลอง การสอนแบบโครงการ การสอนแบบวิจัย เป็นต้น ผู้สอนอาจจะใช้วิธีเร้าให้นักเรียนแสวงหาความรู้หรือลงสรุปได้ด้วยตนเอง โดยที่อาจจะเร้าให้นักเรียนเป็นผู้ถาม หรือครู เป็นผู้ใช้คำถามเองเป็นส่วนใหญ่ หรือทั้งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายด้วยการตั้งคำถามร่วมกัน ซึ่งการที่จะใช้วิธีสอนแบบใดบ้างนั้นพิจารณาตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียน และสถานะการณ์ที่จัดได้ในเวลาเรียนที่กำหนดไว้ อาศัยหลักการพื้นฐานของการตั้งคำถามขั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย การควบคุมและการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแนวทางในการสรุปความรู้

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดนี้

๒. <u>ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน</u> คือความสามารถในการแสวงหาความรู้หรือคำตอบด้วยการตั้งคำถาม หรือสมมติฐานจากสถานะการณ์อันเป็นปัญหาที่เผชิญหน้าอยู่ลักษณะของคำถามจะออกมาในลักษณะต่อไปนี้ (Vasilakes; ๑๙๖๗ : ๔๙๓-๕๐๒)

๒.๑ คำถามในลักษณะการสังเกต (Observation) คือคำถามที่เกี่ยวกับ

- การสังเกตดูคุณภาพของข้อมูล เช่น จัดเข้าพวก จัดประเภท และชนิดของข้อมูลเป็นต้น

- การหาปริมาณของข้อมูลในแต่ละประเภท การถามเป็นไปเพื่อที่จะได้รู้จักบันทึกข้อมูลที่สังเกตได้ เน้นการวัดและจัดข้อมูลในรูปที่ง่ายขึ้น
- คุณสมบัติและธรรมชาติ (Property and Nature) ของข้อมูล
- โครงสร้าง (Structure) ของข้อมูล
- พฤติกรรม (Behavior) ของข้อมูล

ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามที่อาศัยการสังเกต คือใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น หรือผิวหนัง รวมทั้งการสรุปอ้างอิงจากประสบการณ์เดิม เพื่อเป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของข้อมูลหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง คำถามแบบนี้มักจะมีคำว่าเท่าไร? อย่างไร? อะไร? ที่ไหน อยู่ด้วยเป็นต้น

๒.๒ คำถามในลักษณะการอธิบาย (Explanation) คือคำถามที่เกี่ยวกับการอภิปรายสิ่งที่พบจากข้อมูลอันลึกซึ้งกว่าการสังเกต ซึ่งมักจะถามเกี่ยวกับ

- สาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- ความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปของตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ
- ความสงสัยถึงสถานะการณ์ที่เผชิญหน้าอยู่
- ความต้องการคำอธิบายถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- ทฤษฎี วิธีการ ความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลกฎเกณฑ์ต่าง ๆ
- ขั้น หรือขบวนการของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ซับซ้อน ต้องการคำอธิบายที่มีกฎเกณฑ์ช่วยในการตอบคำถาม
- คำถามเพื่อเปรียบเทียบขบวนการของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ คำถามที่เกี่ยวกับการอธิบายนี้มักจะมีคำว่า ทำไม? อะไรเป็นสาเหตุ? หรือจงอธิบายเป็นต้น คำถามขั้นนี้จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบต่อไป

๒.๓ คำถามในลักษณะการพยากรณ์ (Prediction) คือคำถามที่ต้องอาศัยข้อมูลจากการสังเกตและการตั้งทฤษฎี กฎเกณฑ์เพื่ออธิบายเป็นพื้นฐาน ซึ่งอาจจะถามได้ดังต่อไปนี้

- ถามโดยการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ(ตัวแปร) ของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่พบว่ามีความสัมพันธ์กัน [$Y = f(x)$] หลังจากที่ตั้งทฤษฎีขึ้นอธิบายได้แล้ว ถามดูว่าถ้าเปลี่ยนองค์ประกอบบางตัวหรือหลายอย่าง เหตุการณ์นั้นจะยังเกิดขึ้นเหมือนเดิมหรือไม่อย่างไร
- ถามในเชิงตั้งสมมติฐาน เพื่อทำการทดสอบต่อไป
- ถามถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ เมื่อตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเปลี่ยนแปลง (เช่นจากกราฟเป็นต้น)
- ถามในรูปการคาดคะเนล่วงหน้า ย้อนหลัง การเก็ง เป็นการนำเอาทฤษฎีที่พบว่าถูกต้องหรือคาดว่าจะถูกต้องไปทำนายผลในอนาคตต่อไป

คำถามแบบนี้มักจะมีคำว่า คาดว่าจะ....., หวังว่าจะ....., เมื่อไร.....? หรือถ้า.....แล้ว.....อยู่ในประโยคคำถามเป็นต้น

๒.๔ คำถามในลักษณะการควบคุมและการสร้างสรรค์ หรือการนำไปใช้ประโยชน์ (Control and Creativity) คือคำถามหรือความคิดที่จะเป็นแนวทางที่เกี่ยวกับ

- วิธีการนำผลจากข้อมูลเดิมมาใช้ในสภาพการณ์ใหม่ โดยนำเอาผลนั้นมาสร้างให้เกิดผลิตผลใหม่ ปรับปรุงและแก้ไขของเดิมให้ดีขึ้น
- การค้นพบประโยชน์จากสิ่งที่ค้นพบใหม่
- แนวของความคิดสร้างสรรค์
- การค้นพบวิธีการสังเกตแนวใหม่ ค้นหาวิธีทดสอบสมมติฐานแนวใหม่

คำถามแบบนี้นำผลมาจากข้อมูลที่พบเห็น หรือได้มา ซึ่งรวมทั้งหลักการหรือข้อเท็จจริง ระหว่างความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ มาเป็นวัตถุดิบในการทำการทดลอง หรือทำให้เกิดผลผลิตใหม่ ๆ ด้วยการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ชนิดของคำถามอาจจะเป็นดังนี้ เช่น จงบอกวิธีเก็บแม่เหล็กที่ป้องกันการเสื่อมอำนาจของแม่เหล็กได้ง่าย หรือจะมีวิธีใดบ้างที่ทำให้โลหะเกิดสนิมช้า ๆ หรือความรู้ที่ได้มานี้นำไปอธิบายเรื่องใดได้อีกบ้าง เป็นต้น

การศึกษาวิจัยครั้งนี้วัดความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความคิดแบบอเนกนัย (ชนิดรูปภาพ)

๓. ทัศนคติ หมายถึงความรู้สึกที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอันเป็นผลที่เกิดจากการเรียนรู้ และได้ก่อตัวขึ้นเป็นความคิดเห็น ทำให้บุคคลปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งในทางที่เห็นด้วย หรืออาจขัดแย้งไม่เห็นด้วย

๔. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงการแสดงออกของบุคคลในลักษณะต่อไปนี้

๔.๑ ไม่เชื่อสามัญสำนึก (Distrust for commonsense)

๔.๒ ต้องการข้อเท็จจริง (Demand for evidence)

๔.๓ มีความยืดหยุ่นในยุทธวิธีการแก้ปัญหา (Flexibility in problem solving strategy)

๔.๔ ไม่เชื่อในสิ่งที่ยังพิสูจน์ไม่ได้ (Rejection of absolute authority)

๔.๕ เชื่อในวิธีทางปัญญา (Belief in intellectual activity)

๔.๖ หลีกเลี่ยงการด่วนสรุปโดยทันที (Avoidance of finality)

สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ให้นิยามปฏิบัติการว่า เป็นความสามารถในการตัดสินใจตอบปัญหาจากแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

๕. ความคิดวิจารณญาณ คือความสามารถในการใช้ปัญญาตัดสินชี้ขาดเรื่องราว หรือสาเหตุต่าง ๆ เพื่อลงสรุปเป็นข้อยุติตามวิธีการวิทยาศาสตร์ การคิดแบบวิจารณญาณมีลักษณะดังนี้

๕.๑ แยกความจริงออกจากความคิดเห็นได้

๕.๒ สรุปจากข้อมูลที่ให้ไว้ได้อย่างถูกต้อง

๕.๓ บอกได้ว่าข้อตกลงเบื้องต้นที่อยู่เบื้องหลังการสรุปคืออะไร

๕.๔ บอกได้ถึงข้อจำกัดของข้อมูล

สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ให้คำนิยามปฏิบัติการว่า เป็นความสามารถในการตัดสินเรื่องราวหรือปัญหา โดยดูจากผลงานที่ได้จากการตอบแบบทดสอบที่สร้างขึ้น อันประกอบด้วยแบบทดสอบ ๕ ชุด ดังนี้

๑) ความจำ

๒) การตีความ

๓) การอนุมาน

๔) สรุปความ

๕) การประเมิน

ความจำ หมายถึงความสามารถในการระลึกได้ในบางสิ่งบางอย่างที่เป็นสิ่งที่คุ้นเคย เช่น สามารถเลือกคำตอบที่ถูก ซึ่งปนอยู่กับตัวเลือกอื่น ๆ ในการตอบแบบทดสอบ ถ้าผู้ตอบเคยได้ฟัง หรืออ่านเรื่องราวนั้นมาก่อน

การตีความ หมายถึงความสามารถในการค้นหาและเปรียบเทียบความสำคัญ และความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ๆ ภายในเรื่องราวนั้น หรือความสามารถในการแปล แล้วย่นย่อเรื่องราวต่าง ๆ ตามที่ปรากฏให้ยุติลงเป็นข้อสรุปได้โดยที่เด็กสามารถเก็บความเดิมมาบันทึกใหม่ เรียบเรียงใหม่ หรือร้อยกรองใหม่ หรือมองเรื่องราวเดิมในแง่ใหม่ภายในขอบเขตของเรื่องที่กำหนดให้

การอนุมาน หมายถึงความสามารถในการนำกฎเกณฑ์ หรือทฤษฎีที่มีอยู่มาใช้อธิบายในเหตุการณ์ย่อย ๆ เฉพาะอย่างได้

การสรุปความ หมายถึงความสามารถในการหาความจริง หรือข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลจากข้อตกลงที่กำหนดให้

การประเมิน หมายถึงความสามารถในการวินิจฉัย และลงสรุปโดยใช้หลักเกณฑ์เป็นเครื่องตัดสิน หลักเกณฑ์นี้เป็นหลักเกณฑ์ภายนอก ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่เป็นรูปธรรมหรือนามธรรมก็ได้

๖. <u>การสอนแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป</u> (Expository Teaching)

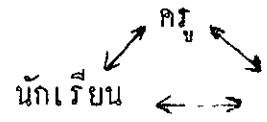
เป็นวิธีการสอนที่มีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

- ยึดครูเป็นศูนย์กลาง
- เน้นเนื้อหามากกว่าวิธีการหาความรู้
- เป็นการเรียนรู้โดยการท่องจำ นักเรียนมีบทบาทร่วมในการเรียนการสอนน้อย
- การประเมินผลไม่ได้ตั้งความมุ่งหมายในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้โดยตรง
- ผลของการสอนส่วนมากคำนึงถึงความรู้ ไม่คำนึงถึงขบวนการคิดเป็นสำคัญ

การเปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Investigation Method of Inquiry) และวิธีการสอนแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป (Expository Teaching)

(ศึกษาจากขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของ ดร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ และสังเกตจากวิธีสอนแบบที่ใช้อยู่ทั่วไป)

ตาราง ๑ เปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนและวิธีสอนแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน	การสอนแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป
๑. หลักการ ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง	๑. หลักการ ยึดครูเป็นศูนย์กลาง
๒. การติดต่อสื่อสาร เป็นไปทั้งสองทาง (Two-way communications) คือทั้งผู้สอนและผู้เรียนมีการติดต่อกันตลอดเวลาการเรียนการสอน อาจอธิบายได้ว่า  	๒. การติดต่อสื่อสาร ส่วนมากเป็นไปในแบบทางเดียว (One-way communication) คือจากผู้สอนถึงผู้เรียนทางเดียว ครู ——→ นักเรียน ——→ สิ่งที่เรียน
๓. วิธีการ - เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเผชิญปัญหา วิเคราะห์ปัญหา และพยายามแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งกิจกรรมในชั้นเรียนก่อให้เกิดการขัดแย้งทางการรับรู้ (Perceptual conflict) เสมอตลอดเวลาในระหว่างการเรียนการสอน - เป็นขบวนการที่มีระบบแน่นอน มีการประเมินผลจากจุดมุ่งหมายในรูปของพฤติกรรมที่ดำเนินการตามขบวนการคิดดัง	๓. วิธีการ - เป็นการเรียนรู้โดยการท่องจำ ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนแก้ไข หรือขจัดปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนจึงเป็นผู้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนไม่มากนัก - การประเมินผลไม่ได้ตั้งความมุ่งหมายในรูปของพฤติกรรมที่สังเกตได้โดยตรง

ต่อไปนี้ - การสังเกต - การอธิบาย - การทำนาย - การควบคุมและนำไปใช้ประโยชน์	
๔. <u>ยุทธวิธี</u> เป็นวิธีการแสวงหาความรู้ โดยโดยเน้นขบวนการคิด (Process of Thinking)	๘. <u>ยุทธวิธี</u> เน้นผลิตผลของความรู้มากกว่าขบวนการแสวงหาความรู้
๕. <u>ผลที่ได้รับ</u> ผลการสอนที่คาดหวังได้แก่ พัฒนาการด้านการรับรู้ และความคิด (Cognitive) ขบวนการทางอารมณ์ (Affective) ขบวนการทางแรงขับ (Conative) ขบวนการจิตพิสัยสัมพันธ์ (Psychomotor) บุคลิกภาพและความรู้	๕. <u>ผลที่ได้รับ</u> เนื่องจากการสอนส่วนมากคำนึงถึงความรู้เป็นสำคัญ นักเรียนจึงได้พัฒนาเฉพาะการรับรู้ (Cognitive) ด้านความรู้ความจำเท่านั้น

บทที่ ๒

ทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๑. ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๔ : ๒๘-๓๓) เป็นการสอนที่เน้นขบวนการคิดสอบสวนว่าองค์ประกอบสัมพันธ์กันอย่างไร และค้นหาสาเหตุว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร จึงจะพบหลักหรือกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์การสอนแบบนี้มีส่วนพัฒนาบุคคลให้มีเทคนิคและความสามารถอันจำเป็นในการพัฒนาประเทศทั้งด้านเศรษฐกิจ และสังคม รวมทั้งพัฒนาบุคลิกภาพทางสังคม เนื่องจากการสอนแบบนี้เน้นถึง

- วิธีคิดแบบประชาธิปไตย
- การพัฒนาบุคคล
- ปรับปรุงระบบสังคมให้ใช้วิธีทางประชาธิปไตยมากขึ้น

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีรากฐานมาจากจิตวิทยาในเรื่องการเน้นพัฒนาการทางสมองของนักการศึกษาชาวสวิส ซึ่งค้นพบว่าคนมีขบวนการคิดเป็นสองประการ คือ มีโครงสร้างความคิดเดิม และสามารถนำโครงสร้างเดิมมาตักตวงความรู้ใหม่ได้ ถ้าสิ่งรับใหม่ไม่ตรงกับโครงสร้างเดิม ก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างนั้นเพื่อรับความรู้ใหม่ได้

<u>ขบวนการสืบสวนสอบสวน</u> (The Inquiry Process) นิยาม คือขบวนการสืบสวนและสรุปสวนเพื่อนำไปสู่การค้นพบธรรมชาติ ลักษณะ คุณสมบัติ และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ เน้นลักษณะที่เป็นธรรมชาติของตัวแปรที่เป็นตัวแปรอิสระ (x) และตัวแปรตาม (y) ว่ามีธรรมชาติอะไรบ้าง มีลักษณะคุณสมบัติอะไร ตลอดจนความสัมพันธ์ของ x และ y เป็นการสืบสวนสอบสวนเพื่อนำไปสู่การค้นพบ การสืบสวนต้องกระทำก่อน เพื่อจะได้มาว่า มีตัวแปรอะไรบ้าง เมื่อทราบแล้วจึงดำเนินการสอบสวนว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

ฉะนั้น ในการสอนจึงต้องเน้นขบวนการสืบสวนก่อน เพื่อทราบว่า x และ y เป็นอย่างไร และจึงดำเนินการสอบสวนหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง ต้องให้เด็กเข้าใจในขั้นสืบสวนให้ดีก่อน แล้วจึงเริ่มขั้นการสอบสวน คือหาความสัมพันธ์ของ x และ y คือ $y = f(x)$

โครงสร้างของขบวนการสืบสวนสอบสวน อาศัยโครงสร้างจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเปียเจท์ (Piaget) ดังนี้

ขั้นที่ ๑ Assimilative Structure คือเร้าให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในชั้นเรียน นักเรียนจะเรียนรู้โดยการใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางการคิด เช่นครูถามว่า "สัตว์ชนิดหนึ่งมีสีขาวชอบกินปลาเป็นอาหาร สัตว์นั้นคืออะไร" นักเรียนจะตอบว่า "แมวใช่ไหม" การที่นักเรียนตอบเช่นนั้นก็เพราะนักเรียนนำความรู้เดิมเกี่ยวกับแมวมาใช้ ถ้าครูตอบว่าไม่ใช่ นักเรียนจะเกิดปัญหาขัดแย้งทางจิต (Conceptual Conflict) ขึ้นมา และพบว่าความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายได้ ซึ่งเป็นการนำไปสู่ขั้นที่ ๒

ขั้นที่ ๒ Accommodative Structure คือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ขยายโครงสร้างเดิมเพื่อจะรับความรู้ใหม่ ๆ และนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างเดิม ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงโครงสร้างเดิม ก็ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ ๆ ได้ เช่น ดังตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วนั้น เด็กอาจจะขยายสังกัปของสัตว์ชนิดกินปลา ว่ามีหลายชนิดไม่ใช่มีแต่แมว ซึ่งเดิมเด็กพบว่ามีแต่แมว ต้องขยายสังกัป (concept) และโครงสร้างเดิมเพื่อรับความรู้ใหม่ เพื่อเข้าใจประสบการณ์ใหม่ ๆ เป็นโครงสร้างของขบวนการสืบสวนสอบสวน โครงสร้างทั้งสองนี้แนะให้มีการนำสังกัปแนวหน้า (Advance Organizer) เข้ามาช่วยทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ ให้เด็กตามเรื่องราวธรรมชาติ การสังเกตเป็นส่วนใหญ่เพื่อขยายโครงสร้างให้กว้างออกไป ทำให้เกิดสังกัปใหม่ ๆ ให้นักเรียนพร้อมที่จะรับความรู้จากโครงสร้างดังกล่าวต้องมีขบวนการอันเป็นแนวทางปฏิบัติ ขบวนการสืบสวนสอบสวนมี ๔ ขบวนการดังนี้

๑. ขบวนการสร้างสังกัป (Concept-Formation Process) คือขบวนการเรียนรู้ลักษณะนิยาม (Definding Attribute) ของสังกัปต่าง ๆ ส่วนมากใช้การคิดแบบวิเคราะห์และแบบแยกประเภท ซึ่งตรงกับขั้นสังเกต (Observation)

๒. ขบวนการสร้างทฤษฎี (Thearization Process) คือขบวนการแก้ปัญหาโดยการตั้งทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างสังกัปหรือตัวแปรหรือสังกรณ์ (Theoretical Construct) ส่วนมากใช้ความคิดแบบโยงความสัมพันธ์ และแบบอ้างอิงเป็นสำคัญ การสอนเด็กเกี่ยวกับขบวนการสร้างทฤษฎี เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติโดย

พยายามชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสังกัปหรือตัวแปรตั้งแต่ ๒ ตัวขึ้นไป การสร้างทฤษฎีต้องมีพื้นฐานเรียกว่า Basic Assumption ว่ามีอย่างไร มีเหตุผลเบื้องหลังอย่างไรที่ตั้งขึ้นเช่นนั้น เช่น เคยเห็นมาอย่างนั้นเป็นต้น

๓. ขบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี (Verification Process) เป็นขบวนการทดสอบและพิสูจน์สมมติฐานจากทฤษฎี โดยการทดลองซักถามเพื่อให้ได้ข้อมูล แล้วมาประเมินผลสรุปว่า สมมติฐานนั้นใช้ได้หรือไม่ ส่วนมากใช้การคิดแบบสังเคราะห์ และคิดแบบวิจารณญาณ และแบบประเมินผล

๔. ขบวนการสร้างสรรค์ (Creative Process) คือขบวนการนำความรู้ขั้นพื้นฐานที่เรียนมาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในรูปต่าง ๆ หลายวิธีและแนวใหม่ ๆ เป็นสื่อนำไปสู่การสอบสวนขั้นต่อ ๆ ไป ส่วนมากใช้ความคิดแบบริเริ่มสร้างสรรค์ และการคิดแบบสังเคราะห์

ขบวนการต่าง ๆ เหล่านี้ก็เปรียบได้กับขั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย และการควบคุม และการนำไปใช้ประโยชน์ จากการสังเกตค้นพบแล้วเกิดปัญหาข้องจิต จะนำไปสู่การสืบสวนสอบสวนเพื่อหาคำอธิบาย แล้วสามารถทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ได้

ขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นนับเป็นขบวนการวิจัยเบื้องต้น ซึ่งมี

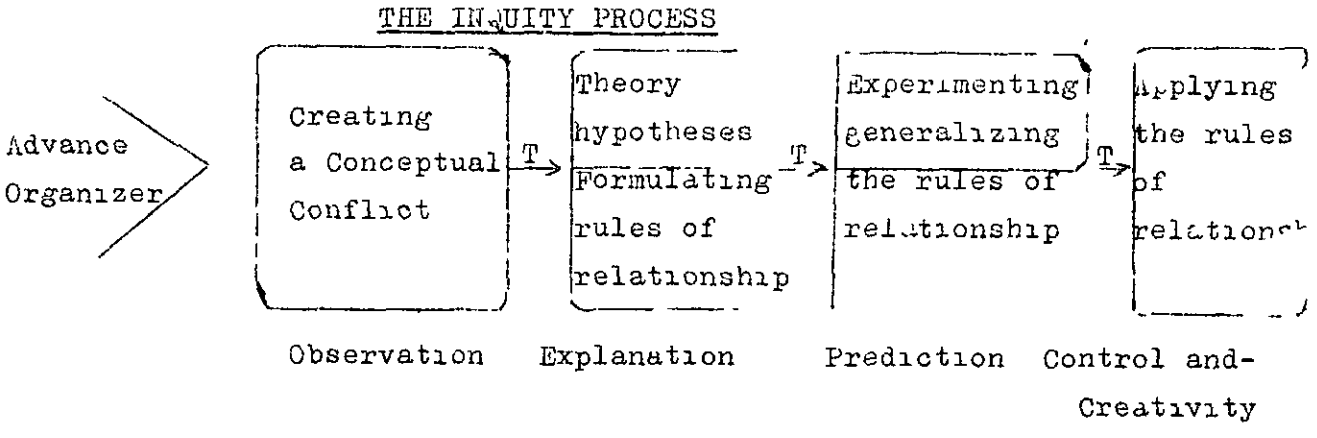
๑. การสังเกต (Observation) เน้นการสร้างสังกัป (Concept) และการคิดอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งได้มาจากการสังเกต อาจจัดสถานะการณ์ในห้องเรียน เช่น การสาธิตการทดลองให้นักเรียนดู ให้นักเรียนจัดการทดลองเอง หรือครูกับนักเรียนช่วยกันทดลอง หรือการให้ดูรูปภาพ กราฟ แผนภูมิ หรือการนำเอาสถานะการณ์ทางธรรมชาติมาอภิปรายกัน ตลอดจนการเล่าสถานะการณ์สั้น ๆ ให้นักเรียนฟัง เพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหาสงสัย ซึ่ง ดร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ เรียกว่าปัญหาข้องจิต (Conceptual Conflict) ซึ่งอาจจะให้นักเรียนสังเกตเห็นเอง หรือครูจะกระตุ้นนักเรียนด้วยการถามก็ได้ เมื่อนักเรียนเกิดปัญหาข้องจิตแล้ว ก่อนที่จะเห็นคำตอบของปัญหานั้น ครูก็พยายามยั่วยุ หรือกระตุ้นให้นักเรียนหาข้อมูลด้วยการสังเกต และการถามขั้นสังเกต เพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ให้ละเอียดเสียก่อน

๒. การอธิบาย (Explanation) ใช้ขบวนการสร้างทฤษฎีจากการหาเหตุผลเพื่ออธิบาย เมื่อนักเรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากคำถามขั้นสังเกตมาแล้ว ต่อไปครูจะกระตุ้นให้

นักเรียนตั้งคำถามขั้นอธิบาย คือ คำถามทำนองตั้งสมมติฐานเสนอทฤษฎีเพื่ออธิบายข้อสงสัย และเน้นการหากฎเกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ [$y = f(x)$]

๓. การทำนาย (Prediction) เป็นขบวนการพิสูจน์สมมติฐาน โดยใช้วิธีการทำนาย เพื่อผู้คิดจะได้รวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐานนั้น เมื่อนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้แล้ว ครูก็จะกระตุ้นให้นักเรียนถามต่อไปว่า ถ้าเปลี่ยนองค์ประกอบบางอย่างแล้วอะไรจะเกิดขึ้น จะเกิดปรากฏการณ์เหมือนเดิมหรือไม่ ซึ่งบางครั้งก็ต้องมีการทดลอง เพื่อจะตอบข้อสงสัยหรือสมมติฐานอันใหม่นี้ เมื่อได้ผลการทดลองมาแล้ว ก็จะทำให้กฎเกณฑ์ความสัมพันธ์ที่ตั้งไว้เดิม ขยายขอบเขตให้กว้างออกไป หรือมีข้อเขตจำกัดเพิ่มขึ้น เป็นการขยายสังกัป (concept) ของนักเรียนให้กว้างออกไป

๔. การคิดสร้างสรรค์ (Control and Creativity) การนำความรู้ที่ได้รับมาผสมผสานกันเป็นโครงสร้างใหม่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป คือเมื่อนักเรียนเรียนรู้กฎเกณฑ์ความสัมพันธ์อย่างกว้างขวางในเรื่องนั้น ๆ แล้ว ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนคิดตั้งคำถามขั้นการนำเอาหลักเกณฑ์ความสัมพันธ์ที่พบนี้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือเน้นที่การนำเอาหลักเกณฑ์ความสัมพันธ์อันนี้ไปดัดแปลงสร้างสิ่งประดิษฐ์ขึ้นใหม่ อาจเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



Science ----------→ Technology

T : Teacher's Role as a Catalyst

(วีรยุทธ วิเชียรโชติ, ๒๕๑๘ : ๕๕-๖๐)

ภาพประกอบ ๑ ขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ในการดำเนินการเรียน การสอนครูเป็นผู้อธิบายและให้สังกัปแนวหน้า และช่วยกำหนดสถานะการณ์ที่เป็นปัญหาขึ้น เมื่อนักเรียนเกิดปัญหาข้อสงสัยขึ้น ครูมีหน้าที่ในการกระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนคิด ถามในขั้นต่าง ๆ ด้วยคำถามแบบ Probing (คำถามแบบหยั่งความคิด) หรือตัวอย่างประโยคที่จะนำนักเรียนให้ถามคำถามขั้นต่าง ๆ รวมทั้งการให้การเสริมกำลังใจ การเป็นผู้นำการอภิปรายเป็นต้น ขบวนการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน จะทำให้เกิดการค้นพบ (Discovery) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ คือ $y = f(x)$ และการนำไปสู่การค้นคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ โดยใช้กฎเกณฑ์ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยมีครูเป็นผู้กอยกระตุ้น (Catalyst) นับว่าเป็นวิธีการวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การทำให้เกิดเทคนิควิทยา (Technology) ใหม่ ๆ อันจะมีผลต่อการพัฒนาประเทศต่อไป

การสอนแบบนี้มีการลดการพูดของครูน้อยลง แทนที่ครูจะเป็นผู้บอกฝ่ายเดียว ครูจะทำหน้าที่คอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ ดังคำนิยามที่กล่าวว่า "การเรียนรู้ คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย" การสอนจึงเป็นการจัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตรงกับปรัชญาของ John Dewey คือ Learning by doing ครูจะช่วยให้นักเรียนเป็นฝ่ายที่แสดงบทบาทในการค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยตรง นับว่าการสอนแบบนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักแสดงความคิดเห็น และโต้แย้งอย่างมีเหตุผล อันเป็นสิ่งพึงปรารถนาในสังคมประชาธิปไตย

หลักในการสร้างโครงการสอน

๑. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา การสอนแบบนี้เหมาะสำหรับเด็กชั้นประถมปีที่ ๗ เป็นต้นไป คือตั้งแต่เด็กอายุ ๑๒ ขึ้นไป เนื่องจากเด็กมีความสามารถในการหาเหตุผลสามารถทดสอบสมมติฐานได้ การทำการสอนต้องศึกษาจุดมุ่งหมาย และแปลจุดมุ่งหมายในรูปพฤติกรรมที่ปฏิบัติได้ ทำให้ทราบว่ามีเนื้อหา วิธีสอน อุปกรณ์ และการประเมินผลอย่างไร สำหรับการประเมินผลมีการทดสอบก่อนสอน และหลังการสอนแต่ละหน่วยของเนื้อหา เพื่อเปรียบเทียบ

ว่าผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด เป็นแนวพิจารณาแก้ไขการสอนของครูต่อไป ฉะนั้นเพื่อให้การเรียนการสอนได้ผล ควรมีการปรับปรุงการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับฝึกหัดครู และระดับวิทยาลัยวิชาการศึกษา เพื่อจะได้นำวิธีการสอนไปปรับปรุงใช้ให้เหมาะสมต่อไป

๒. <u>การวิเคราะห์ขบวนการสอน</u> การสอนแบบสืบสวนสอบสวนมุ่งหมายให้เกิดการค้นพบด้วยตนเองของผู้เรียนเอง หลังจากครูให้สังกัปแนวหน้าแล้ว ก็เริ่มวิธีการสืบสวนสอบสวนเป็นขั้น ๆ ไป อันกล่าวมาบ้างแล้ว ได้แก่

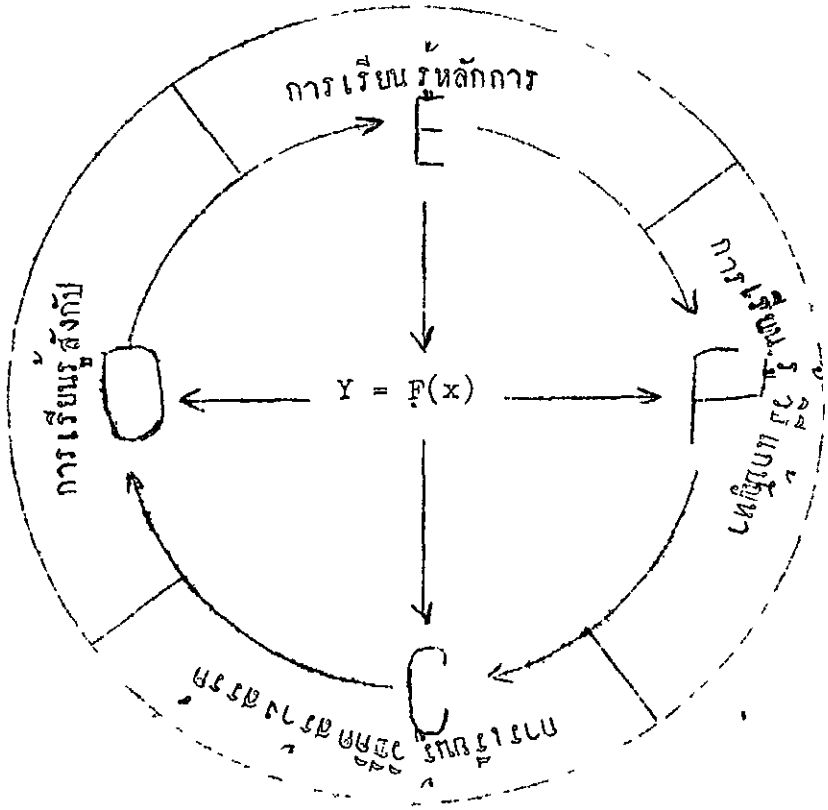
๑. การสังเกต (Observation)

๒. การอธิบาย (Explanation)

๓. การทำนาย (Prediction)

๔. การควบคุมและการสร้างสรรค์ (Control and Creativity)

ขบวนการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๔ ขั้น มีปฏิสัมพันธ์ (interaction) ต่อกัน และเป็นขบวนการเรียนที่ต่อเนื่องไม่มีการสิ้นสุด ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้และผลิตผลใหม่ตลอดจนปรับปรุงสิ่งเดิมให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นดังนี้



$Y = F(x)$

แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

ภาพประกอบที่ ๒ แสดงวัฏจักรของขบวนการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

(ดร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ ๓๑ ส.ค. ๒๕๑๖)

จากภาพประกอบที่ ๒ พออธิบายย่อ ๆ ได้ดังนี้

O : Observation การสังเกตเป็นขั้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลเน้นการสร้างสังกัป เป็นขบวนการเรียนรู้ลักษณะของสังกัปต่าง ๆ โดยฝึกให้ใช้ความสามารถในการวิเคราะห์และสังเกตแบบเปรียบเทียบ ก่อให้เกิดปัญหาหรือข้อสงสัยขึ้น เน้นการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ เป็นเครื่องมือในการสังเกต นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างแรงจูงใจใฝ่รู้ให้กับผู้เรียน เพื่อให้มีความกระหายที่จะศึกษาหาทางแก้ปัญหาข้องจิตที่เกิดขึ้น

E : Explanation การอธิบายเป็นขั้นที่ต้องการหาเหตุผลเพื่อแก้ปัญหาโดยการอธิบายหลักการทั่วไป หรือตั้งสมมติฐานทั่วไปเพื่อเสนอเหตุผลหรือทฤษฎีอธิบายข้อสงสัยในรูปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม คือ $Y = f(x)$ ถ้ายังไม่สามารถอธิบายให้เหตุผลแก่ปัญหาต่าง ๆ ได้ ก็ต้องพยายามหาข้อมูลเพิ่มเติมจากการสังเกต (o) อีกต่อไป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอแล้ว ผสมกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เพื่อจะอธิบายปัญหาได้ ก็นำไปสู่ขั้นการตั้งและทดสอบสมมติฐานเชิงทำนาย

P : Prediction คือขั้นของการตั้งสมมติฐานเชิงทำนาย เพื่อทดสอบคำอธิบาย หรือทฤษฎีที่ตั้งไว้ในขั้น E ตลอดจนการออกแบบการทดลอง เพื่อทดลองสมมติฐาน และการนำกฎเกณฑ์ที่ค้นพบนั้นไปทำนายปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ในอนาคต ตามปกติเราจะตั้งสมมติฐานในรูปของการลองเปลี่ยนองค์ประกอบของตัวแปรต่าง ๆ

C : Control and Creativity ในขั้นนี้เรานำหลักการไปสร้างผลิตผลใหม่ เพื่อควบคุมสิ่งแวดล้อมภายนอกในรูปของประยุกต์วิทยา และควบคุมสิ่งแวดล้อมภายใน ในรูปของจริยธรรม ตลอดจนการนำหลักการที่ค้นพบไปใช้แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้เกิดผลิตผลที่มีคุณภาพดีขึ้นกว่าเดิม หรืออาจต้องการสนับสนุนให้เกิดความคิดแนวใหม่ ๆ ซึ่งบางครั้งต้องกลับไปหาข้อมูลเพิ่มเติมอีกในขั้นการสังเกตต่อไป จะเห็นว่าขบวนการนี้ไม่มีที่สิ้นสุด และเกี่ยวพันกันตลอดเวลา เพื่อพิจารณาทุกขั้นตอนแล้ว วิธีการ OEPC นี้เป็นขบวนการที่เอื้ออำนวยให้เกิดขบวนการคิด ในบุคคลอย่างมีประสิทธิภาพ

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK THAILAND

การสอนให้มนุษย์รู้จักคิดนั้นเป็นการสอนที่ยาก เพราะการคิดเป็นขบวนการภายในสมองของมนุษย์ที่ซับซ้อนมาก ในเชิงทฤษฎีเราหวังว่าขบวนการนี้อาจจะเป็นแนวทางอันหนึ่งในการพัฒนาปัญญาธรรมเพื่อให้เอกัตบุคคลมีความสามารถควบคุมทั้งสิ่งแวดล้อมภายในและสิ่งแวดล้อมภายนอกไปพร้อม ๆ กัน

ขบวนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Process) นับว่าเป็นขบวนการคิดเชิงวิธีวิทยาศาสตร์ซึ่งอาเทียบเคียงกับทักษะในขบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ได้ ดังนี้

ตาราง ๒ เปรียบเทียบขบวนการคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับทักษะในขบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะในขบวนการทางวิทยาศาสตร์	ขบวนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน
๑. <u>ทักษะพื้นฐาน</u>	
- การสังเกต (ประสาทสัมผัส) (Observing)	ทักษะเบื้องต้นต่าง ๆ ที่จะพัฒนาขบวนการ
- การวัด (Measuring)	
- การใช้จำนวนเลข (Using Numbers)	
- การจัดจำพวก (Classifying)	
- การใช้ความสัมพันธ์ (Using Spase time Relation Ship)	
- การสรุปอ้างอิง (Inferring)	O-E-P-C ในรูปของสังกัปแนวหน้า
- การสื่อความหมาย (Communicating)	
- การทำนาย (Predicting)	

49379 1

ทักษะในขบวนการทางวิทยาศาสตร์	ขบวนการกิดแบบสืบสวนสอบสวน
๒. <u>ทักษะขั้นสูง</u>	
- การให้นิยามปฏิบัติการ (Operational definition)	- การสังเกต (Observation)
- การจำแนกและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and manipulating Variables)	- การอธิบาย (Explanation)
- การสร้างสมมติฐานเพื่อทดสอบ (Formalating Hypothesis)	- การทำนาย (Prediction)
- การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)	การควบคุมและนำไปใช้ (Control and Creativity)
- การออกแบบการทดลอง (Designing an Investigation)	

การสังเกต (O) เพื่อหาลักษณะนิยาม อาจเทียบเคียงได้กับทักษะการให้นิยามปฏิบัติการ

การอธิบาย (E) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร ⟷ การจำแนกตัวแปรและการควบคุม

การทำนาย (P) เพื่อทดสอบสมมติฐาน ⟷ การสร้างสมมติฐานเพื่อทดสอบ โดยสมมติฐานเบื้องต้นนั้นจะอยู่ในขั้น E แต่การทำนาย(ทดสอบ) นี้กำหนึ่งถึงขณะที่เปลี่ยนแปลงตัวแปรไปแบบของสมมติฐานอยู่ในรูป ถ้า... แล้ว..." เพื่อการทดสอบ และรวบการทดสอบสมมติฐานไว้

การควบคุมและนำไปใช้ (c) เป็นการสรุป ยืนยันสร้างสรรค์และควบคุม ⟷ ทักษะการประมวลผลการตีความข้อมูล และทักษะการวางแผนการทดลองร่วมกัน

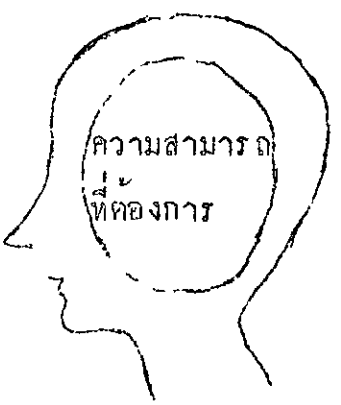
หมายเหตุ ศึกษาจาก Science Process Skills (มงคล เอี่ยมสำอางค์, หนู ประธาน, พจน์ จันทรวีรกุล, ระยับ หฤษฎีคุณ หน่วยฝึกอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่, ๒๕๑๕)

ก่อนดำเนินการสอน ครูต้องฝึกตนเองให้คุ้นเคยกับขบวนการต่าง ๆ พร้อมทั้งต้องฝึกให้เด็กได้หัดตั้งคำถามแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Process drill) และทำความเข้าใจกับขบวนการเรียนการสอนแบบนี้อย่างถูกต้อง แล้วจึงดำเนินการสอนไปตามโครงหุ่นการสอน (Teaching Model) ที่สร้างไว้ ซึ่งการสร้างโครงหุ่นการสอนจะกล่าวต่อไปในขั้นของการดำเนินการศึกษาทดลอง ในที่นี้จะขอเสนอตัวอย่าง ขบวนการเตรียมการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

เรื่อง พลังงานที่เกิดจากความร้อน

อุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหา โคมไฟเมื่อเปิดไฟไว้แล้ว โกมหมุนได้

(วีรยุทธ และคณะ ผลจากการสัมนาที่วิทยาลัยครูมหาสารคาม ๒๕๑๖)

การศึกษา	จิตวิทยา
๑. <u>ตั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป</u> ตัวอย่าง เช่น ก. รู้จักวิเคราะห์ปัญหา ข. เข้าใจเหตุปัจจัยของปัญหา ค. รู้วิธีทดสอบทฤษฎีและสมมติฐาน ง. เข้าใจประโยชน์ของการค้นพบ	๑. 

๒. นิยามความสามารถนั้น ๆ ออกมาเป็นพฤติกรรมที่สังเกตได้ ตัวอย่างเช่น

ก. ถามรายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของปัญหา ลักษณะและหน้าที่ขององค์ประกอบของปัญหา

ข. อธิบายเหตุปัจจัยของปัญหา

ค. ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับทฤษฎีคำอธิบายเหตุปัจจัยของปัญหา

ง. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

จ. เสนอแนะประโยชน์ของสิ่งที่ค้นพบ

๒. ความสามารถที่ต้องการ ⇒ R พฤติกรรมที่สังเกตได้

ก. รู้จักวิเคราะห์ปัญหา ⇒ R ถามรายละเอียด

ข. เข้าใจเหตุปัจจัยของปัญหา ⇒ R อธิบายเหตุปัจจัยของปัญหา

ค.และ ง. รู้วิธีทดสอบคำอธิบายและสมมติฐาน ⇒ R ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง

จ. เห็นประโยชน์ของสิ่งที่ค้นพบ ⇒ R เสนอแนะประโยชน์

๓. เขียนพฤติกรรมที่คาดหวัง ตัวอย่างเช่น

ก. ถามรายละเอียดที่ได้จากการสังเกตโคม และการหมุนของโคม (ที่กำหนดให้เป็นอุปกรณ์)

ข. อธิบายการหมุนของโคม

ค. ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับคำอธิบายการหมุนของโคม

๓. ความสามารถ ⇒ R พฤติกรรม

ก. ข. ค. ง. จ. } ⇒ R

ง. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการหมุนของโคม

จ. เสนอแนะประโยชน์ของสิ่งที่ค้นพบ(กฎเกณฑ์) เกี่ยวกับการหมุนของโคม

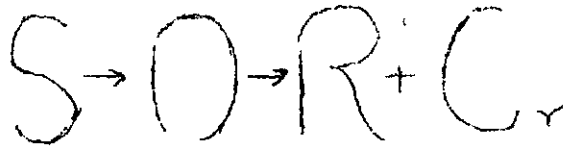
<u>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</u> ตัวอย่างเช่น

ก. เมื่อให้โคมที่ออกแบบพิเศษและกระแสไฟฟ้า ๒๒๐ หลอดไฟฟ้า ๒๐๐ และปล่อยกระแสไฟฟ้า ผ่านหลอดไฟ นักเรียนควรจะสามารถถามหารายละเอียดเกี่ยวกับสถานะการณ์ที่เกิดจากการทดลอง และต้องถามให้ได้ข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบและธรรมชาติของสถานะการณ์ที่เป็นปัญหามากพอที่จะนำไปใช้อธิบายปัญหาได้

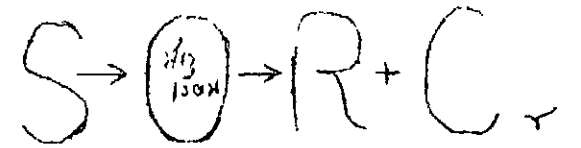
ข. เมื่อให้สังกัปแนวหน้าและรายละเอียดที่นักเรียนสังเกตได้ในข้อ ก. นักเรียนควรจะสามารถอธิบายการหมุนของโคม โดยอธิบายในรูปความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

ค. จากทฤษฎีและคำอธิบายในรูปความสัมพันธ์ขององค์ประกอบนักเรียนควรจะสามารถตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบทฤษฎีหรือคำอธิบายที่สามารถจะนำไปทดสอบได้

๔.



สิ่งเร้า



โคม	อธิบายรายละเอียดที่สังเกตจากโคม	ในรูปองค์ประกอบธรรมชาติของสถานะการณ์ที่เป็นปัญหา

ง. เมื่อให้สมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้น นักเรียนควรจะสามารถออกแบบการทดลองและต้องเป็นแบบการทดลองที่สามารถนำไปปฏิบัติได้

จ. เมื่อใช้กฎเกณฑ์ที่สรุปได้จากการทดลอง นักเรียนควรจะสามารถเสนอแนะประโยชน์ที่ได้จากสิ่งที่ค้นพบ และต้องเป็นการเสนอแนะในแนวใหม่ อย่างน้อย ๑ ตัวอย่าง

๕. <u>ภารกิจที่นักเรียนควรจะทำ</u>

ก. ถามหารายละเอียดจากการสังเกต

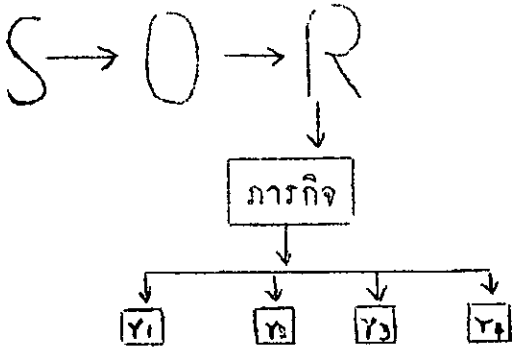
- ถามองค์ประกอบของโคม
- ถามลักษณะขององค์ประกอบ
- ถามหน้าที่ขององค์ประกอบ

ข. อธิบายการหมุนของโคม หรืออธิบายในรูปของคำถาม

- เลือกข้อมูลที่จำเป็น
- บอกความสัมพันธ์ของข้อมูล
- สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปของเหตุและผล

ค. ตั้งสมมติฐานที่ใช้ทดลองทฤษฎีหรือคำอธิบาย

๕.



- บอกองค์ประกอบที่เป็นต้นเหตุ
- คาดคะเนผลที่เกิดจากการเปลี่ยนองค์ประกอบ

ง. ออกแบบการทดลองเพื่อใช้ทดสอบสมมติฐาน

- บอกองค์ประกอบที่ต้องควบคุม
- บอกอุปกรณ์ที่จะใช้ในการออกแบบการทดลอง

จ. เสนอแนะประโยชน์ที่นำหลักการที่ค้นพบไปใช้

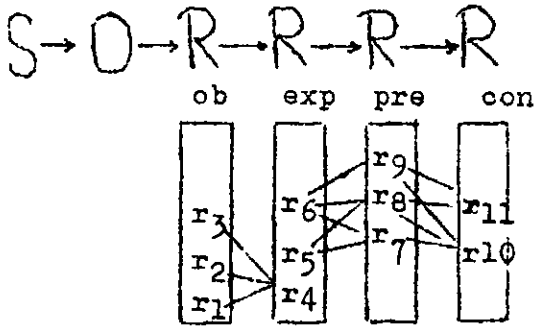
- ยกตัวอย่างสิ่งของหรืออุปกรณ์ที่ใช้หลักเกณฑ์นี้
- เสนอแนะอุปกรณ์ใหม่ ๆ ที่ใช้หลักเกณฑ์ไปสร้าง

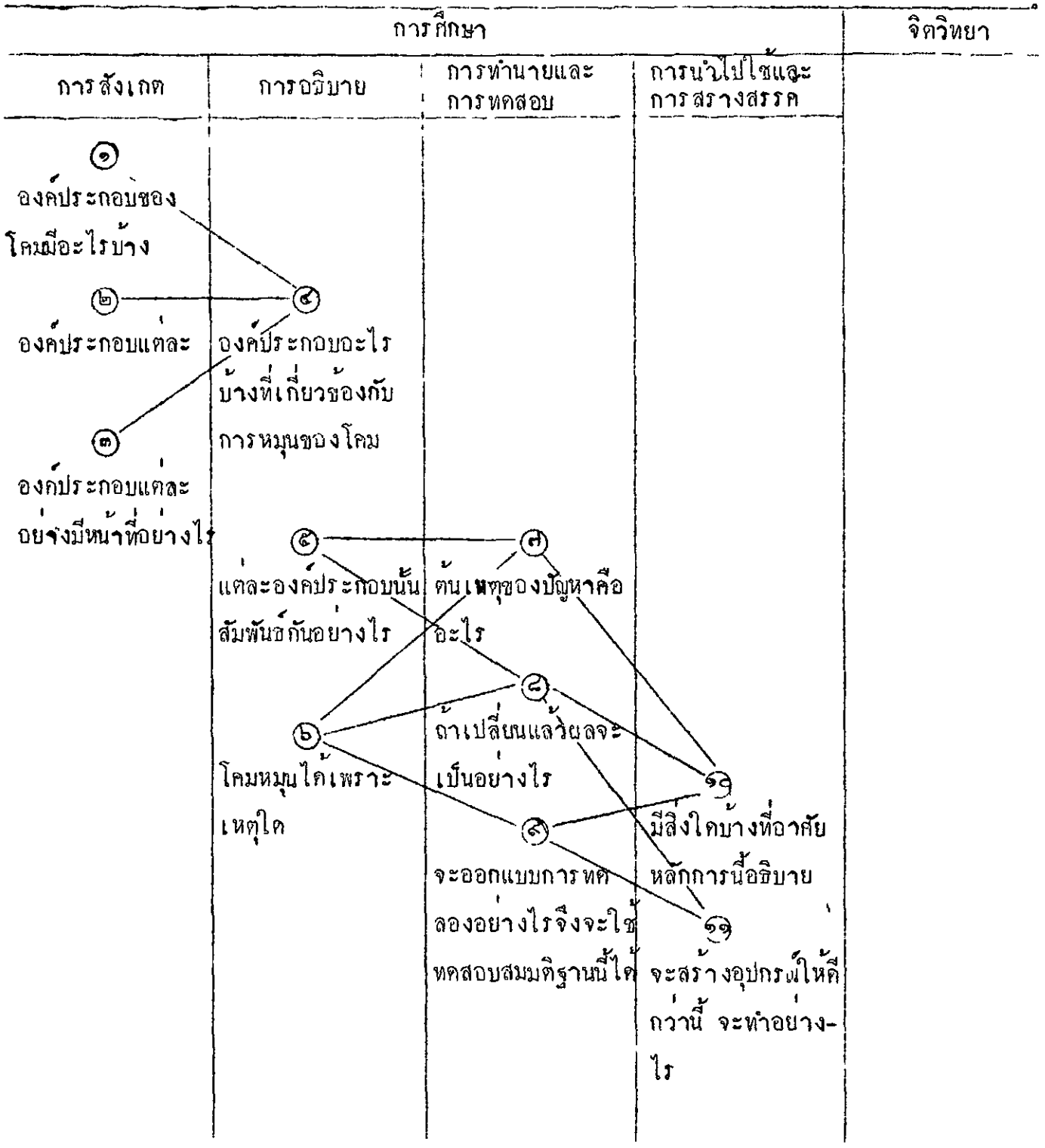
---

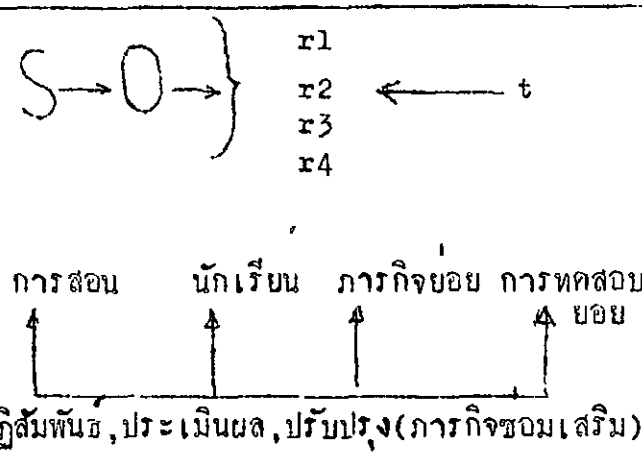
๖. <u>การประเมินผล</u>

๖.๑ การประเมินผลย่อยในขบวนการเรียนการสอน

เพื่อช่วยให้นักเรียนทำภารกิจแต่ละอย่างสำเร็จด้วยดี ครูอาจใช้การประเมินผลย่อยในขบวนการเรียน การสอนดังตัวอย่างตารางแสดงการวิเคราะห์การประเมินผลย่อย




การศึกษา
จิตวิทยา
การสังเกต
การอธิบาย
การทำนายและการทดสอบ
การนำไปใช้และการสร้างสรรค์
๑ องค์ประกอบของโคมมีอะไรบ้าง
๒ องค์ประกอบแต่ละ
๓ องค์ประกอบแต่ละอย่างมีหน้าที่อย่างไร
๔ องค์ประกอบอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการหมุนของโคม
๕ แต่ละองค์ประกอบนั้นสัมพันธ์กันอย่างไร
๖ โคมหมุนได้เพราะเหตุใด
๗ ต้นเหตุของปัญหาคืออะไร
๘ ถ้าเปลี่ยนแล้วผลจะเป็นอย่างไร
๙ จะออกแบบการทดลองอย่างไรจึงจะใช้ทดสอบสมมติฐานนี้ได้
๑๐ มีสิ่งใดบ้างที่อาศัยหลักการนี้อธิบาย
๑๑ จะสร้างอุปกรณ์ให้ดีกว่านี้ จะทำอย่างไร

การศึกษา	จิตวิทยา
เมื่อวัดผลด้วยคำถามจากตารางปรากฏว่านักเรียนตอบคำถามในตารางไม่ได้ ครูจะจัดทำตารางแนะให้ไปศึกษาต่อ หรือแนะนำด้วยคำพูดให้กลับไปศึกษาส่วนไหน เพื่อที่จะทำให้นักเรียนทำภารกิจนั้นได้ ดังตัวอย่าง	

คำถาม	กิจกรรมการเรียนที่ช่วยให้ขบวนการเรียนการสอนสมบูรณ์
๑,๒,๓	สังเกตโดมให้ละเอียดอีกครั้ง
๔	พิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่สังเกตได้อีกครั้ง
๕	พิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเลือกไว้แล้วอีกครั้ง
๖	พิจารณาสิ่งที่เก็บรวบรวมไว้ในข้อ ๔,๕
๗	ทบทวนเรื่องเกี่ยวกับฟังก์ชั่น พิจารณาหาสิ่งที่ควบคุมไว้จากการทดลองพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ในข้อ ๖ อีกครั้ง
๘	หาองค์ประกอบที่เป็นต้นเหตุ หาองค์ประกอบที่ต้องควบคุม พิจารณาอุปกรณ์ที่ใช้
๙	พิจารณาสิ่งที่ได้จาก ๖,๗,๘ อีกครั้ง

คำถาม	กิจกรรมการเรียนที่ช่วยให้ขบวนการเรียนการสอนสมบูรณ์	
๑๐	พิจารณาข้อสรุปสาเหตุของการหมุนของโคม พิจารณาวัตถุที่เคยเห็น ซึ่งจะเคลื่อนที่ได้ โดยอาศัยความร้อน	
๑๑	พิจารณาสิ่งที่ได้จากข้อ ๘,๙ และ ๑๐ อีกครั้ง	
๖.๒ <u>การประเมินผลรวม</u> ก. การที่โคมหมุนได้ต้องอาศัยองค์ประกอบอะไรบ้าง ข. โคมหมุนได้เพราะเหตุใด ค. นักเรียนจะออกแบบการทดลองได้อย่างไร เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ง. จะนำการทดลองนี้ไปปรับปรุง และใช้ประโยชน์ได้อย่างไร จ. ถ้าใช้แรงน้ำแทนความร้อน และแรงลม โดยใช้โคมสังกะสีแล้ว ผลจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด		
๗. นำผลที่ประเมินได้ไปปรับปรุงแก้ไขขบวนการสอนในครั้งต่อไป		

จากที่กล่าวมาขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ของ ดร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ พอจะสรุปได้ว่า

๑. อาศัยพื้นฐานทางด้านจิตวิทยาพัฒนาการทางสมองและการเรียนรู้

๒. เป็นการสอนที่เน้นขบวนการคิด การถาม การแก้ปัญหา มีเหตุผลและหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการซักถาม

๓. เน้นการค้นพบธรรมชาติ คุณสมบัติ และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ

๔. เน้นเรื่องการฝึกทักษะ การคิดแบบวิเคราะห์ คิดแบบโยงความสัมพันธ์ อ้างอิง คิดวิจารณญาณ และประเมินผล ตลอดจนการสร้างสรรค์

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นโครงการวิจัยที่ได้ศึกษาสืบเนื่องมาจากโครงการฝึกหัดความคิดแบบสืบถามหาความรู้ (Inquiry Training) ของซุคแมน (De Cecco; ๑๙๖๘ : ๔๖๔ - ๔๖๗) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะส่งเสริมแรงจูงใจให้นักเรียนได้เกิดความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้โดยใช้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน มีวิธีดำเนินการนั้น ดังนี้ เขาได้แบ่งเวลา ๑ ชั่วโมงที่ฝึกหัดออกเป็น ๓ ตอน คือ

๑. ตั้งปัญหา อาจใช้ภาพยนต์ แผนภาพ หรือการปฏิบัติการจริง ซึ่งเหตุการณ์นั้นจะเป็นที่ขัดแย้งกันเสมอ (Discrepant Event) จะมีช่องว่าง (Gap) สำหรับให้นักเรียนเกิดความคิดที่จะสอบสวนหาความจริง เช่น เดิมลูกกลมเหล็กลอดห่วงได้ เมื่อได้รับความร้อนลอดห่วงไม่ได้ เป็นเหตุการณ์ที่ขัดแย้งกัน

๒. ตอนซักถาม นักเรียนจะถามคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์ในตอนแรกประมาณ ๓๐ นาที ครูจะตอบเฉพาะคำว่า ใช่ และไม่ใช่ (Yes and No) เท่านั้น ซึ่งซุคแมนเชื่อว่าการตอบเช่นนี้เป็นการควบคุมขบวนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน คำถามของนักเรียนจะสิ้นสุดลงเมื่อนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้แล้ว ถ้าคำถามของนักเรียนไม่ครอบคลุม ครูจะกระตุ้นโดยพูดว่า "สิ่งนั้นขึ้นอยู่กับ....." (That all depends..) และ "บอกให้มากกว่านั้น" (Tell me more)

๓. ครูวิพากษ์วิจารณ์ สิ่งที่ควรจะปรับปรุงในการถามอย่างไร บางครั้งครูจะเปิดให้นักเรียนฟังในสิ่งที่นักเรียนถามมา แล้ววิจารณ์ว่าตอนใดไม่เหมาะสมและตอนใดเหมาะสม เป็นต้น

การฝึกขบวนการสืบถามหาความรู้ของซุคแมน (Suchman ; ๑๙๖๒ : ๔) มีเหตุผลเบื้องหลังดังนี้ คือ

๑. การเรียนการสอนแบบนี้ นักเรียนจะเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียน การสอนแบบครูบอกให้ทั้งหมด ผู้ที่เรียนด้วยวิธีนี้ได้รับอิสระมาก จะสามารถรับ (Assimilate) ประสบการณ์ต่าง ๆ ไว้ได้มากกว่า ผู้เรียนแสวงหาความรู้ ความเข้าใจที่เหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐาน และเป็นไปตามความต้องการของแต่ละคนด้วย

๒. การเรียน การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นวิธีการที่ส่งเสริมแรงจูงใจอย่างสูง เนื่องจากนักเรียนสามารถร่วมกิจกรรมอย่างอิสระ

๓. สังกัป (Concept) ต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนแบบสืบสวนสอบสวน น่าจะมีความสำคัญต่อการเรียน เพราะนักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง เป็นความรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียน นักเรียนมีความเข้าใจดี และจะเป็นประโยชน์ต่อการคิดของนักเรียนต่อไป

ซันด์และโทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge ; ๑๙๖๗ : ๓๗ - ๔๔) ได้ให้ความเห็นว่าการสอนด้วยวิธีสืบถามหาความรู้ (Inquiry Approach) เน้นขบวนการค้นพบที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบความรู้ต่าง ๆ ซึ่งแตกต่างจากการเรียนเพื่อสะสมเนื้อหาวิชาของการสอนแบบเดิม การเรียนการสอนแบบสืบถามหาความรู้ นักเรียนมีส่วนร่วม (Active) ในการเรียนการสอนโดยตรง ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-Centred Organization) สิ่งที่สำคัญที่สุดเป็นหน้าที่ของครู คือช่วยให้นักเรียนรู้จักวิธีการเรียนรู้ ปลูกฝังความเชื่อมั่นให้นักเรียน เพื่อสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นครูเป็นผู้จัดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้แสดงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมที่กำหนดขึ้น ครูเป็นผู้ช่วยแนะนำ แต่จะไม่ทำตัวเป็นแหล่งสะสมความรู้ จากการที่ครูและนักเรียนร่วมกันสืบสวนเพื่อแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนไม่คิดว่าครูจะเป็นผู้รู้รอบทุกอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของคาร์เตอร์ (Carter; ๑๙๖๗ : ๖๘๖ - ๖๘๘) ที่กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบถามหาความรู้ ครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ควบคุม หรือผู้บันทึกข้อมูล โดยนักเรียนเป็นผู้วิเคราะห์ปัญหา ครูจะไม่ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย แต่ใช้การอภิปรายให้นักเรียนกระทำเอง นอกจากนี้ โรเจอร์ (Rogers ; ๑๙๖๙ : ๙๔) กล่าวว่าครูที่จะสร้างให้นักเรียนเกิดความคิดแบบสืบถามหาความรู้ ต้องเข้าใจพื้นฐานต่อไปนี้ คือ

๑. ความต้องการ ความสนใจ ความสามารถ และภาษาของนักเรียน

๒. การกระตุ้นหรือเร้าให้ตั้งคำถามด้วยตนเอง

๓. ความพร้อมของนักเรียนที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ท้าทายเพื่อสามารถหาเหตุและผล และสามารถทดสอบข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

๔. ให้โอกาสนักเรียนแก้ปัญหาทุกเวลา

สำหรับบทบาทของครูที่สำคัญได้แก่

๑. ครูเป็นเพียงผู้วางแผน กำหนดสถานการณ์

๒. ครูเป็นผู้แนะนำให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้

๓. ครูเป็นผู้ตั้งคำถาม และส่งเสริมให้เด็กรู้จักคิดตั้งคำถาม

๔. ครูเป็นผู้จัดการ กิจกรรม รักษาระเบียบต่าง ๆ

๕. ครูเป็นผู้ให้รางวัล หรือส่งเสริมแรงจูงใจ

๖. ครูเป็นผู้ส่งเสริมให้ใช้ขบวนการคิดสอบสวน และเน้นให้นักเรียนรู้คุณค่าของสิ่งที่ต้องใช้การทดสอบเพื่อหาข้อเท็จจริง

จะเห็นได้ว่าการสอนแบบนี้ เน้นศูนย์กลางอยู่ที่นักเรียน ให้ความสำคัญของครูอยู่ในระดับผู้ช่วย ให้สภาพการเรียน การสอนนั้น เป็นไปอย่างครบถ้วนทุกขบวนการ นักเรียนจะมีโอกาสได้พัฒนาทั้งบุคลิกภาพด้านต่าง ๆ รวมทั้งพัฒนาด้านความคิดของบุคคลให้ไปถึงขีดสุดของแต่ละคน

นอกจากนี้ได้มีการทดลองทำการสอนแบบสืบสวนสอบสวนขึ้นในประเทศไทยเป็นครั้งแรกใน " โครงการวิจัยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน " ภายใต้การควบคุมของ ดร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ คณะวิจัยการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ซึ่งคณะนิสิตปริญญาโท ปีการศึกษา ๒๕๑๔ เป็นผู้ทดลองทำการสอน นักเรียนระดับชั้นประถมปีที่ ๗ ใช้เวลาทดลองสอนเป็นเวลา ๒ ภาคการศึกษา เนื่องจากนักเรียนเคยชินต่อการสอนแบบเดิม จึงต้องใช้เวลาฝึกฝนให้นักเรียนเข้าใจขบวนการเรียนการสอนแบบนี้ด้วย ใช้วิธีสอนแบบ Active Inquiry, Passive Inquiry และ Combined Inquiry เป็นที่สนใจแก่นักเรียนดี ไม่ทำให้การเรียนการสอนซ้ำซาก เพราะมีการทดลองหรือสถานการณ์แปลก ๆ ใหม่ ๆ อยู่เสมอ แต่มีปัญหาอยู่ว่าการฝึกทักษะในขบวนการ

สืบสวนสอบสวนนั้นมีเวลาน้อย ขณะเดียวกันนักเรียนได้เรียนด้วยวิธีนี้เพียงวิชาเดียว ซึ่งใช้เวลา ๓ ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นการยากที่จะเปลี่ยนนิสัยของเด็กที่เคยชินต่อการสอนแบบเดิม และเนื้อหาที่สอนต้องเป็นไปตามกำหนดของโครงการสอน ซึ่งการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไม่ได้เน้นเนื้อหาเพียงอย่างเดียว จึงเป็นปัญหาด้านเวลาที่จะสอนให้ทันตามกำหนด จากการทดลองสอนครั้งนี้ หนู ประชาน (หนู ประชาน บทความเรื่องข้อควรปฏิบัติในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ๒๕๑๖) ผู้ทดลองคนหนึ่งได้ให้ข้อคิดเห็นในการปฏิบัติการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ ซึ่งพอสรุปความสำคัญได้ดังนี้

บทบาทบางประการของครูในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน

๑. ขณะทำการสอนควรปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาการต่าง ๆ มีการค้นพบใหม่ ๆ อยู่เสมอ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

๒. ชี้แจงให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อเท็จจริงด้วยการวิจัยเบื้องต้น เช่น การสังเกต การรวบรวมข้อมูล การจัดจำพวกข้อมูลตามคุณสมบัติที่สังเกตได้ การทำนาย และการสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนรู้จักขบวนการค้นคว้าหาความรู้

๓. ส่งเสริมกำลังใจให้นักเรียนกล้าที่จะคิดจะถาม หรือทดลอง โดยเสนอว่าการกระทำกิจกรรมย่อมมีผิดพลาด แต่ควรมีการค้นพบข้อผิดพลาด และแก้ไขให้ดีที่สุดเท่าที่ทำได้ ตลอดจนการยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนจะช่วยให้มีอิสระในการสืบสวนสอบสวน

๔. หน้าที่ของครู ต้องทำให้นักเรียนเกิดปัญหา หรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย และเน้นให้นักเรียนเริ่มต้นด้วยปัญหา การสอนจะดำเนินต่อไป ต้องแน่ใจว่านักเรียนรู้ปัญหาแล้วว่าคืออะไร

๕. การฝึกให้นักเรียนสรุปและบรรยายกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

๖. บางโอกาสครูอาจหาวิธีต่าง ๆ เพื่อเสนอวิธีการหาข้อมูลเพิ่มเติมให้แก่นักเรียน เช่น ให้สังเกตจากรายการโทรทัศน์ ภาพยนต์ หรือหนังสือพิมพ์ เป็นต้น

๗. ควรสนับสนุนให้นักเรียนถามคำถามโดยเสนอคำตอบของปัญหาในรูปคำถามโดยเฉพาะขั้นอธิบาย

๘. ครูควรให้อิสระแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ในการสืบสวนสอบสวน และช่วยเหลือให้นักเรียนพยายามลำดับความคิดตามขบวนการ ตลอดจนให้โอกาสนักเรียนได้เสนอทฤษฎีอธิบายปัญหา และวางแผนการทดลองด้วยตนเองมากที่สุด

๙. แนะให้นักเรียนเข้าใจว่าทฤษฎีหรือคำอธิบายนั้นไม่ใช่จะจบสิ้นง่าย ๆ ต้องคิดหลายแง่หลายมุม เพื่อให้เป็นไปได้มากที่สุด การพิจารณาผล หรือคำตอบควรพิจารณาในรูปของ "เหตุที่ทำให้เกิดผล" คือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

๑๐. บรรยากาศในห้องเรียน มีความสำคัญมาก ในการมีอิสระในการเรียน และการสื่อความหมายของทุกคนในชั้นอย่างมีประสิทธิภาพ ฉะนั้นการจัดห้องเรียนให้เหมาะสมอาจเป็นกลุ่มย่อย หรือกลุ่มใหญ่ให้ทุกคนมีโอกาสอภิปรายร่วมกัน ก็จะช่วยให้การเรียนการสอนดีขึ้น

๑๑. ครูควรเขียนข้อมูลเท่าที่จำเป็นที่นักเรียนรวบรวมมา หรือสังกัปแนวหน้าที่ให้ไว้บนกระดาน

๑๒. ควรเน้นเนื้อหาวิชามากเกินไป จะลดโอกาสที่เด็กจะเกิดความคิดสร้างทฤษฎีเพื่ออธิบายปัญหาด้วยตนเอง

๑๓. อาจจะต้องเสียเวลากับการยั่วยุให้นักเรียนคิดเองจนกว่าจะติดเป็นนิสัยแล้วนักเรียนก็จะดำเนินขบวนการคิดได้อย่างรวดเร็ว

๑๔. ครูควรเป็นฝ่ายค้านแนวความคิดของนักเรียนด้วย เพื่อยั่วยุให้นักเรียนคิดมาก ๆ

๑๕. ครูควรได้มีการเตรียมคำถามต่าง ๆ ไว้ล่วงหน้า และควรเปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้ประเมินการสอนของตนเอง อาจจะมีการบันทึกเทปเสียง หรือ Vedeo tape (ถ้ามี) เพื่อการปรับปรุงการสอนของตนต่อไป จะเห็นว่าครูมีบทบาทที่สำคัญ เป็นผู้ช่วยให้ขบวนการสืบสวนสอบสวนได้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ สำหรับผู้เรียนที่ยังไม่คุ้นเคยกับวิธีเรียนเช่นนี้ แต่ถ้าได้มีการฝึกฝนมาในทุกวิชาตั้งแต่เบื้องต้น นักเรียนก็สามารถจะเรียนด้วยวิธีนี้อย่างรวดเร็ว และเกิดประโยชน์มาก

สำหรับในการศึกษาทดลองครั้งนี้ได้อาศัยความรู้เรื่องพัฒนาการคิดของนักเรียน เพื่อศึกษาช่วงระยะที่เด็กมีความพร้อมที่จะฝึกให้เกิดความคิดแบบสืบสวนสอบสวน มีเหตุผลเพียงพอในการทดสอบความจริงต่าง ๆ โดยจะนำทฤษฎีของเพียเจท์ (Carroll ; ๑๙๖๔ : ๗๘ - ๗๙)

ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิด และแบ่งลำดับขั้นของพัฒนาการด้านการคิดของเด็กที่อยู่ในวัฒนธรรมตะวันตกตามระดับอายุ ๔ ขั้นมาเป็นความรู้พื้นฐาน

๑. ขั้นรับรู้จากประสาทสัมผัส และการเคลื่อนไหว (Sensori Motor Operation) มีในเด็กแรกเกิด จนถึงอายุ ๒ ปี

๒. ขั้นเริ่มคิดด้วยญาณ (Pre-Operation Intuitive Thinking) เกิดในระยะอายุ ๒-๗ ปี เป็นขั้นที่เด็กเริ่มเคาความสัมพันธ์ของสิ่งที่ตนรับรู้ เริ่มมีความคิดรวมยอดขั้นต้นเกี่ยวกับเวลา สถานที่ และเหตุผลได้บ้าง

๓. ขั้นคิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operation) เกิดขึ้นในระยะอายุ ๗-๑๑ ปี เป็นขั้นที่สามารถสร้างสังกัปในสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนได้ และสามารถคิดกลับไปกลับได้ แต่ยังเป็นความคิดที่อยู่ในขอบเขตของวัตถุที่มองเห็น และสัมผัสได้

๔. ขั้นคิดด้วยนามธรรมในแบบแผนของตรรกวิทยา (Formal Operation) เป็นขั้นสุดท้ายของพัฒนาการด้านการคิดนับตั้งแต่อายุ ๑๒ ปีขึ้นไป เด็กจะเริ่มคิดโดยอาศัยตรรกวิทยา สามารถตั้งสมมติฐานและทดสอบจนได้ความจริงจากประสบการณ์ ตลอดจนการวิพากษ์วิจารณ์ได้กว้างขวางขึ้น

จะเห็นได้ว่าเด็กอายุ ๑๒ ปีขึ้นไป สามารถคิดในรูปนามธรรมได้มากขึ้น เป็นระยะที่เหมาะในการที่จะฝึกให้มีพัฒนาการด้านความคิดด้านต่าง ๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น โดยเฉพาะความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เพราะเด็กมีความพร้อมพอที่จะหาเหตุผลตั้งสมมติฐาน และทดสอบสมมติฐานได้แล้ว ผู้วิจัยได้เลือกทำการทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ซึ่งมีอายุระหว่าง ๑๓-๑๕ ปี ซึ่งถ้ายึดถือตามทฤษฎีของเพียเจท์ แล้วเด็กจะมีความคิดได้สมบูรณ์เกือบเท่าผู้ใหญ่แล้ว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะส่งเสริมการคิด และศึกษาดูว่าเด็กนั้นจะมีพัฒนาการด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ตลอดจนความคิดวิจารณญาณเพิ่มขึ้นหรือไม่เพียงใด

<u>ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนและความคิดแบบสืบสวนสอบสวน</u>

ซุคแมน (Suchman ; ๑๙๖๒ : ๓ - ๑๑๓) ได้ทำการทดลองแบบสืบสวนสอบสวนเพื่อฝึกการสืบสวนสอบสวนในการพัฒนาความคิดของเด็กเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นเหตุผลให้รู้จักรวบรวมและจัดระเบียบตัวแปรต่าง ๆ รวมทั้งการทดสอบสมมติฐานด้วยการตั้งคำถาม โดย

แบ่งนักเรียนออกเป็น กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อทำการเปรียบเทียบ ความเข้าใจ ความรู้ทางฟิสิกส์ และการใช้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองสามารถตั้งคำถามได้มากกว่ากลุ่มควบคุม

ยังส์ (Youngs; ๑๙๓๐ : ๕๓) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนที่มีต่อพัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Development Program) โดยจัดสถานการณ์ในการเรียนที่เป็นปัญหาขัดแย้งกันให้นักเรียนหาเหตุผลมาอธิบายปัญหานั้น โดยมีแนวทางที่นักเรียนจะใช้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนได้หลายทาง ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด ๔ จำนวน ๗๑ คน โดยแบ่งเป็นกลุ่ม ควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อทดลองแล้วใช้ทดสอบความสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ และระดับของความคิดแบบสืบสวนสอบสวน โดยทำการทดสอบก่อนสอน (Pre-test) และสอบหลังสอน (Post-test) สำหรับการวิเคราะห์ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนด้วยวิธี analysis of Variance พบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลอย่างอื่นต่างกันโดยไม่มีนัยสำคัญ

แบลงค์ (Ramsey; ๑๙๖๓ : ๒๙) ได้ศึกษาพัฒนาทักษะในการสืบสวนสอบสวนโดยใช้ Program-instruction ซึ่งฝึกเด็กให้ใช้คำถามที่สัมพันธ์เกี่ยวข้องกันในการแก้ปัญหา ผลจากการศึกษาปรากฏว่า เด็กที่ได้รับการฝึกการสืบสวนสอบสวน สามารถถามคำถามในการสอบปากเปล่าและสอบข้อเขียนได้มากกว่าเด็กที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ

บุพา อานันทสิทธิ์ (บุพา อานันทสิทธิ์ , ๒๕๑๔ : ๖๑ - ๖๕) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนของโรงเรียนประถมสาธิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ระดับชั้นประถมปีที่ ๗ จำนวน ๖๘ คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ใช้แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับข้อความและฉบับรูปภาพ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ปริมาณความคิดแบบสืบสวนสอบสวน จากแบบทดสอบฉบับข้อความ (จำนวนข้อ) มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนแบบนี้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีปริมาณความคิดแบบสืบสวนสอบสวนจากแบบทดสอบฉบับข้อความ (คุณลักษณะ) มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และนักเรียนกลุ่มทดลองที่ปริมาณความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ .๐๑ จากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับรูปภาพ(คุณลักษณะ) สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ

บำรุง บุญยงค์ (บำรุง บุญยงค์, ๒๕๑๔) ได้ทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับเด็กชั้นประถมปีที่ ๗ จำนวน ๗๖ คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๕

สมศักดิ์ สุนทรสุข (สมศักดิ์ สุนทรสุข, ๒๕๑๕ : ๘๐-๙๐) ทำการสอนเช่นเดียวกัน ซึ่งพบว่ากลุ่มทดลองมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

หนู ประธาน (หนู ประธาน, ๒๕๑๖ : ๑๐๕) ได้ทำการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนเช่นเดียวกัน พบว่ากลุ่มทดลองมีการคิดแบบสอบสวนสูงกว่ากวบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และมีพัฒนาทางการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมหลังจากการสอนแล้ว

จากผลงานวิจัยทั้งหลายดังกล่าวมา ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า

๑. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Investigative Method of Inquiry) น่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป (Expository Style) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๒. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน น่าจะมีความคิดแบบสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๓. นักเรียนกลุ่มควบคุมน่าจะมีความคิดแบบสอบสวนสูงขึ้น หลังจากได้รับการสอนแบบทั่วไปแล้ว ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าการสอนแบบนี้อาจมีส่วนพัฒนาความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนได้บ้างเหมือนกัน

๒. <u>ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์</u>

จากการศึกษาของฟลูเออร์และเวสติก (Fluer and Westic ; ๑๙๖๙ : ๒๕-๒๗) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติและพฤติกรรม พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ จึงสรุปว่าอาจใช้ทัศนคติเป็นเครื่องทำนายพฤติกรรมของมนุษย์ได้ ซึ่งทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นทัศนคติอย่างหนึ่งที่จะสามารถศึกษาพฤติกรรมของบุคคลได้ โดยที่ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้บุคคลพิจารณาสิ่งต่าง ๆ อย่างรอบคอบ ยึดถือหลักเกณฑ์หรือสิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลต่อกันอย่างกว้างขวาง ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต่อการดำรงชีวิตปัจจุบัน จะทำให้บุคคลสามารถอยู่ร่วมกันในสังคมประชาธิปไตยได้อย่างดี แมคเคลเลน(ละม้ายมาศ ศรหัตต์,๒๕๑๕:๖๘๖) ได้วิจัยเกี่ยวกับทัศนคติว่า ทัศนคติประการใดบ้างที่จะสัมพันธ์กันอย่างแท้จริงกับความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ ได้พบว่าทัศนคติต่อการใช้เหตุผลไม่เชื่อโชคลาง การยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ แมคเคลเลนได้ให้ความเห็นว่าการปฏิบัติภายในกรอบประเพณีอย่างเคร่งครัดนั้น มักจะทำให้บุคคลทำการอันไม่สมเหตุสมผลตามเป้าหมายทางเศรษฐกิจ การยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ๆ ทำให้เกิดการยืดหยุ่นในทางปฏิบัติของกรอบประเพณี จะเห็นว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สำคัญต่อชีวิตในสังคมปัจจุบันมาก

มีผู้ศึกษาลักษณะของบุคคลที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายลักษณะดัง เคอร์ติส (Curtis; ๑๙๖๐ : ๒๐) ได้ศึกษาโดยทดสอบนักเรียนในโรงเรียนมัธยมและวิทยาลัยอย่างละ ๕๐ แห่ง ด้วยแบบทดสอบปรัชญาทางวิทยาศาสตร์พอจะรวบรวมลักษณะของบุคคลที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

๑. ไม่เชื่อโชคลางที่อธิบายไม่ได้

๒. มีความอยากรู้อยากเห็นต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และมีอุดมคติ

๓. เชื่อในเหตุการณ์ที่ได้ทำการทดสอบแล้ว

๔. มีความเชื่อมั่น รู้จักประมาณเหตุและมีความซื่อสัตย์ต่อหลักวิชา

๕. ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น ต้องการทดลองเพื่อพิสูจน์ความจริง

ไดเดอริค (Andersen; ๑๙๖๙ : ๔๐-๔๓) ได้แบ่งองค์ประกอบของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น ๒๐ ประการดังนี้

๑. มีความสังสัยและไม่เชื่อสิ่งต่าง ๆ ทันที

๒. มีความเชื่อในวิถีทางการแก้ปัญหา

๓. มีความต้องการที่จะทดสอบสิ่งที่พิสูจน์ได้แล้วในสถานการณ์อื่น

๔. ต้องการความกระจ่างแจ้ง

๕. พอใจในสิ่งใหม่ ๆ

๖. มีความตั้งใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดของตนเองอยู่เสมอ ถ้าพบเหตุผลที่ดีกว่า

๗. เชื่อว่ายังมีความรู้ที่ยังค้นไม่พบอีกมาก

๘. ซื่อสัตย์ต่อความจริงเสมอ

๙. ยอมรับความจริงอย่างมีเหตุผล

๑๐. ไม่เชื่อโชคลาง

๑๑. สนใจเรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

๑๒. ต้องการหาความรู้ให้สมบูรณ์มากขึ้นกว่าเดิม

๑๓. ไม่ตัดสินปัญหาอย่างทันที

๑๔. สามารถแยกความแตกต่างของสมมติฐานกับคำตอบของปัญหาได้

๑๕. เชื่อว่าข้อสรุปหรือข้อตกลงเกี่ยวข้องกับข้อตกลงเบื้องต้น

๑๖. ตัดสินได้ว่าหลักการนั้น ๆ มีสิ่งใดเป็นพื้นฐาน

๑๗. ทฤษฎีที่ยอมรับแล้วต้องสามารถนำมาปฏิบัติได้

๑๘. วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

๑๙. ยอมรับว่าสถิติมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์

๒๐. ยอมรับข้อสรุปที่มีเหตุผล

จะเห็นว่าบุคคลที่มีลักษณะเช่นนี้ ควรเป็นบุคคลที่พึงปรารถนาในสังคมทั่วไป เนื่องจากเป็นผู้ที่พิจารณาสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรอบคอบ มีเหตุผลอาศัยหลักฐานหรือหลักการในการพิจารณาเหตุการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิตที่ดี เป็นผลถึงการนำความเจริญก้าวหน้าทางความคิด อันจะนำไปสู่ความก้าวหน้าทางผลิตผลด้วย จึงน่าจะสอดคล้องกับการศึกษาของแมคเคลเลนที่ว่า ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจของชาติ

มอร์และซุกแมน (Richard W.Moore and Frank X. Sutman) ให้นิยามของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความคิดหรือท่าทีที่แสดงต่อเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ ประกอบด้วยลักษณะใหญ่ ๆ ๒ ประการ คือ ทัศนคติที่เกิดจากความรู้และทัศนคติที่เกิดจากความรู้สึก

เคอร์ลิงเจอร์ (Kerlinger ; 1964 sheet) กล่าวถึงลักษณะของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

๑. ไม่เชื่อสามัญสำนึก (Distrust for Commonsense)

๒. ต้องการข้อเท็จจริง (Demand for Evidence)

๓. มีความยืดหยุ่นในยุทธวิธีการแก้ปัญหา (Flexibility in Problem solving strategy)

๔. ไม่เชื่อในสิ่งที่พิสูจน์ไม่ได้ (Rejection of Absolute authority)

๕. เชื่อในวิธีการทางปัญญา (Honesty in Intellectual activity)

๖. หลีกเลี่ยงการด่วนสรุปโดยทันที (Avoidance of Finality)

ผลงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ฮาเนย์ (Aiken and Aiken ;๑๙๖๙ : ๒๙๕-๓๐๕) ได้ให้ข้อสังเกตไว้ว่า ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สามารถที่จะเรียนรู้และปลูกฝังกันได้ เขาได้เสนอวิธีการที่ช่วยส่งเสริมทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การสอนโดยให้นักเรียนพบกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งยังไม่รู้คำตอบทันที ต้องอาศัยการพิสูจน์และใช้เหตุผลในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์นั้น วิธีการนี้จะช่วยพัฒนา ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผลไม่ตัดสินใจในสิ่งใด ๆ ลงไปทันที เป็นคนใจกว้างยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น มีจิตใจเป็นนักวิจารณ์อยู่เสมอมองการไกล มีความซื่อสัตย์ต่อการใช้ปัญญา

จะเห็นว่าวิธีการที่เสนอแนะไว้นี้สอดคล้องเข้ากับวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งนักเรียนจะต้องเผชิญต่อสถานการณ์ที่เป็นปัญหาก่อน แล้วใช้เหตุผลสืบสวนหรือพิสูจน์ข้อเท็จจริงเพื่อการค้นพบด้วยตนเอง

นับว่าวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้น่าที่จะส่งเสริมให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนได้

คาห์น (Aiken and Aiken;๑๙๖๙ : ๒๙๕ - ๓๐๕) ได้ทำการทดลองสอนนักเรียนเกรด ๗ และเกรด ๘ ด้วยวิธี Currents Approach ในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าเด็กกลุ่มทดลองจะมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมก็ตาม แต่กลุ่มทดลองมีความต้องการที่จะสอบสิ่งต่าง ๆ มากกว่ามีความต้องการการสังเกตอย่างรอบคอบมากขึ้น ปฏิเสธที่จะ

เชื่อในเรื่องสิ่งเหนือธรรมชาติและโชคลาง มีการเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นส่วนตัวมากขึ้น อาศัยข้อมูลต่าง ๆ ในการลงสรุปสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

นอกจากนี้ หนู ประชาน (หนู ประชาน, ๒๕๑๖ : ๑๔๐ - ๑๔๑) ได้วิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเดิมมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว การสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีผลต่อการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากวิธีการสอนแบบนี้เน้นขบวนการเรียนรู้สังกัปต่าง ๆ ฝึกให้นักเรียนรู้จักการรวบรวมข้อมูล หรือตั้งสมมติฐาน อธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นหรือเผชิญอยู่อย่างมีเหตุผล ให้นักเรียนใช้ความคิด ไม่ได้ยอมรับความคิดหรือคำบอกกล่าวของผู้อื่นง่าย ๆ อันเป็นแนวทางอันหนึ่งในการปลูกฝังให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการสอนแบบนี้ อันอาจจะมีผลต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ได้ทำการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ต่อเนื่องถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยตั้งสมมติฐานว่า

๑. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบที่ใช้อยู่ทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๒. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๓. นักเรียนกลุ่มควบคุมน่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปอาจจะมีส่วนพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้บ้าง

๔. การคิดแบบสืบสวนสอบสวน น่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๓. <u>ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิจารณญาณ</u>

ความคิดวิจารณญาณเป็นความสามารถในการใช้ปัญหาตัดสิน หรือประเมินเรื่องราวต่าง ๆ ในการหาความสัมพันธ์ของเหตุและผล เพื่อสรุปเป็นข้อยุติตามวิธี การทางวิทยาศาสตร์ ในขบวนการเรียนการสอนหรือขบวนการแก้ปัญหาจำเป็นต้องอาศัยความคิดวิจารณญาณโดยตรง เนื่องจากการเรียนการสอนมีสมรรถภาพนั้นถือว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิธีการเรียน การแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ สามารถค้นหาข้อเท็จจริงในการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งต้องอาศัยการพิจารณาและการตัดสินใจที่ถูกต้องด้วย ดังที่รัสเซล (Russell ; ๑๙๖๘ : ๔๒๑) ได้ให้ความเห็นว่าความคิดวิจารณญาณเป็นกิจกรรมที่จำเป็นในการแก้ปัญหา เมื่อต้องการตรวจสอบสมมติฐานต่าง ๆ นับว่าขบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความคิดวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง ยอร์จ (George ; ๑๙๖๘) กล่าวว่าวิทยาศาสตร์เป็นขบวนการคิดวิจารณญาณ ไม่สามารถแยกความคิดนี้ออกจากวิธีสอนวิทยาศาสตร์ได้ จุดมุ่งหมายอันสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ มุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิจารณญาณ ซึ่งเขาได้ศึกษาพบว่าเด็กกลุ่มที่เรียนทางวิทยาศาสตร์ สามารถคิดแบบวิจารณญาณได้มากกว่านักเรียนกลุ่มอื่น และยังให้ความเห็นว่าการที่นักเรียนได้พบปัญหามาก ๆ ในการเรียน และเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้นได้ถูกต้องแสดงถึงความสามารถเชิงวิจารณญาณ

Pingry (McDonald ; ๑๙๕๙ : ๑๗๗ - ๒๐๕) ได้ให้ความคิดเห็นว่าความคิดวิจารณญาณเป็นขบวนการใช้ความคิด ซึ่งต้องใช้สังกัป ความสามารถใช้เหตุผล ความสามารถที่จะคิดแบบอุปมาน ความคิดวิจารณญาณเกี่ยวข้องกับทัศนคติแห่งการตัดสินใจ (The attitude of suspended judgment) ซึ่งบุคคลต้องวิเคราะห์ และประเมินผลได้จากประสบการณ์ที่พบ บุคคลสามารถคิดวิจารณญาณได้เมื่อต้องการถามคำถาม และค้นหาคำตอบของคำถามโดยตั้งสมมติฐานและรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น การคิดแบบวิจารณญาณแสดงออกในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- แยกความจริงออกจากความคิดเห็นได้
- สรุปจากข้อมูลที่ให้ไว้อย่างถูกต้อง
- บอกได้ว่าข้อตกลงเบื้องต้นที่อยู่เบื้องหลังการสรุป คืออะไร
- แสดงได้ถึงข้อจำกัดของข้อมูล

การใช้ความคิดวิจารณญาณนั้นไม่ใช่ขบวนการเอกเทศ แต่เป็นขบวนการที่ต้องสังเกตปัญหา ตั้งคำถามเพื่อเป็นการสืบค้นหาคำตอบและรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน อันต้องใช้ทั้งความคิดวิเคราะห์ และการประเมินผลเพื่อสรุปความรู้ ความคิดวิจารณญาณ จึงน่าจะมีความสัมพันธ์กับความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

สุนทร สุนันท์ชัย (กรมสามัญศึกษา, ๒๕๑๑ : ๑๐๓) กล่าวว่าการศึกษานั้นควรมีการส่งเสริม การค้นคว้าหาข้อมูล การรู้จักใช้เครื่องมือในการค้นคว้าวิธีรวบรวมและเสนอข้อมูล รู้จักสรุปกฎเกณฑ์ซึ่งให้เด็กสามารถค้นพบด้วยตนเอง จะเป็นการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความคิดวิจารณญาณในเด็กด้วย

เกอราล เครก (Craig, Geralds ; ๑๙๖๖ : ๑๐๙ - ๑๑๑) ให้ความเห็นว่าสามารถจะพัฒนาความคิดวิจารณญาณได้ทุกระดับชั้น ซึ่งครูเป็นผู้มีส่วนช่วยส่งเสริมและปรับปรุงความคิดให้พัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ

ครัส (Cruz ;๑๙๗๑ : ๑๒) ได้ศึกษาความคิดวิจารณญาณ จากการสอนด้วยวิธีการสอนที่เน้นการค้นพบของเด็ก (Discovery Centered) และวิธีที่ใช้ครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher Centered)ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด ๖ โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลตามตรรกศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแบบวิเคราะห์ และแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณญาณ อันมีแบบทดสอบย่อย ๕ ฉบับได้แก่

- แบบทดสอบวัดการระลึกได้จากข้อตกลง (Recognition of Assumption)
- แบบทดสอบ การตีความข้อมูล (Interpretation of Data)
- แบบทดสอบการอนุมาน (Deduction)
- แบบทดสอบสรุปความ (Inference)
- แบบทดสอบการประเมิน (Evaluation of Argument)

เมื่อใช้ t-test เปรียบเทียบความแตกต่างของการสอบครั้งแรกและครั้งหลัง ผลปรากฏว่า แบบทดสอบฉบับแรกมีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณนั้นมีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยกเว้นฉบับการประเมิน

มาซัน (Ramsey; ๑๙๖๓ : ๓๑) ได้ทำการสอนโดยใช้อุปกรณ์การสอน เพื่อพัฒนาความคิดวิจารณญาณ ก่อนสอนได้สัมมนาครูที่จะทำการสอนเป็นเวลา ๑ ปี และใช้เวลาสอนเป็นเวลา ๑ ปี ผลปรากฏว่าเด็กเกรด ๔ ถึงเกรด ๖ ได้คะแนนความคิดวิจารณญาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กเกรด ๕ มีคะแนนเพิ่มขึ้นสูงสุด

รัสเซล (Russell; ๑๙๖๓ : ๒๕๕ - ๒๖๐) ได้สรุปผลการค้นคว้า ซึ่งทำกับนักเรียนเกรด ๕-๙ ว่า คะแนนความคิดรวมยอดมีความสัมพันธ์กันสูง กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และจากผลการศึกษาของซุคแมนพบว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนช่วยพัฒนาการสร้างสังกัป (Concept) ของเด็กให้ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยมุ่งหมายให้เด็กใช้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนนั้น มีความสัมพันธ์กันกับความคิดวิจารณญาณ

เมเยอร์ (Meyer ; ๑๙๖๙ : ๔๕๑ - ๔๕๓) ได้ศึกษาการชวนให้ใช้ความคิดแบบสอบสวน (Invitation to Inquiry) เป็นเวลา ๑ ปี เพื่อศึกษาผลที่มีต่อความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างใช้วิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ในวิชาชีววิทยา ใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาปีแรกในโรงเรียนไฮสกูลของรัฐอิลลินอยส์ จำนวน ๔๖ คน แบ่ง ๒ กลุ่ม กลุ่มหนึ่งใช้สอน โดยใช้วิธีสอนแบบสอบสวน กลุ่มควบคุมใช้ความคิดแบบสอบสวนธรรมดา ใช้ครูคนเดียวสอน

ในการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผล วัดความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบ Test on Understanding Science(TOUS) Form W แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิจารณญาณ คือ The Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Form Z และวัดผลสัมฤทธิ์ทางชีววิทยา โดยใช้ BSCS Comprehensive Final Examination ทั้งสองกลุ่มทำการทดสอบก่อนสอน และสอบหลังสอน ผลการทดสอบมีดังนี้

กลุ่ม	แบบทดสอบ	ก่อนสอบ	หลังสอบ	หมายเหตุ
ทดลอง	TOUS		๓๕	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับ .๐๑
ควบคุม	TOUS		๓๓	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับ .๐๕
				การสอบครั้งหลังของ ๒ กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
ทดลอง	W-GCTA		๖๓	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับ .๐๕
ควบคุม	W-GCTA		๖๘	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับ .๐๐๑
				การสอบครั้งหลังระหว่าง ๒ กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
ทดลอง	BSCS		๒๘	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับ .๐๐๑
ควบคุม	BSCS		๒๖	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับ .๐๐๑
				การทดสอบครั้งสุดท้ายของ ๒ กลุ่ม
				แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

จากข้อมูลพบว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้ง ๒ วิธี ไม่ทำให้ผลการสอบครั้งสุดท้ายของความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ความคิดวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเมเยอร์ได้เสนอแนะว่าในการทดลองสอนทั้ง ๒ กลุ่ม ควรใช้ครูสอนหลาย ๆ คน การใช้ครูคนเดียวสอนทั้งสองกลุ่ม ไม่อาจบอกได้ว่า วิธีการที่ครูใช้แตกต่างกันจริง และกลุ่มตัวอย่างควรใช้มากกว่านี้ แต่ผลจากการทดลองก็สนับสนุนการสอนด้วยวิธีการใช้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้ง ๓ ด้าน

จากการศึกษาของทิพา เพชรดี (ทิพา เพชรดี, ๒๕๑๔) โดยเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและการสอนแบบเดิมที่ส่งผลต่อความคิดแบบสอบสวนความคิดวิจารณญาณและการคิดขึ้นกับสิ่งรอบข้าง และไม่ขึ้นกับสิ่งรอบข้าง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนประถมปีที่ ๗ จำนวน ๖๘ คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับรูปภาพ และฉบับข้อความ และแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ ๕ ฉบับ คือ

ความจำ การตีความ การอนุมาน การสรุปความ และการประเมิน ผลการวิจัยพบว่า เด็กกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ ฉบับการอนุมาน การสรุปความ และการประเมินสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบไม่ใช้การสืบสวนสอบสวนอย่างมีนัยสำคัญ และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในความคิดวิจารณญาณฉบับตีความ และความจำ

จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง และผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวมา จะเห็นว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนช่วยให้เด็กคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากขึ้น และเด็กในกลุ่มที่ได้สอนแบบสืบสวนสอบสวนได้คะแนนความคิดวิจารณญาณฉบับที่เป็นความคิดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นแนวทางให้ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่า

๑. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความคิดวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๒. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีคะแนนความคิดวิจารณญาณสูงกว่า เมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๕

๓. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปน่าจะมีคะแนนความคิดวิจารณญาณสูงขึ้นมากกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๔. ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความสัมพันธ์กับความคิดวิจารณญาณทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

<u>สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า</u>

๑. ความคิดแบบสืบสวนน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ.๐๕

๒. ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๓. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์น่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕

๔. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๕. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๖. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความคิดวิจารณญาณสูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๗. นักเรียนกลุ่มควบคุมน่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการสอนแบบนี้

๘. นักเรียนกลุ่มควบคุมน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการสอนแบบนี้

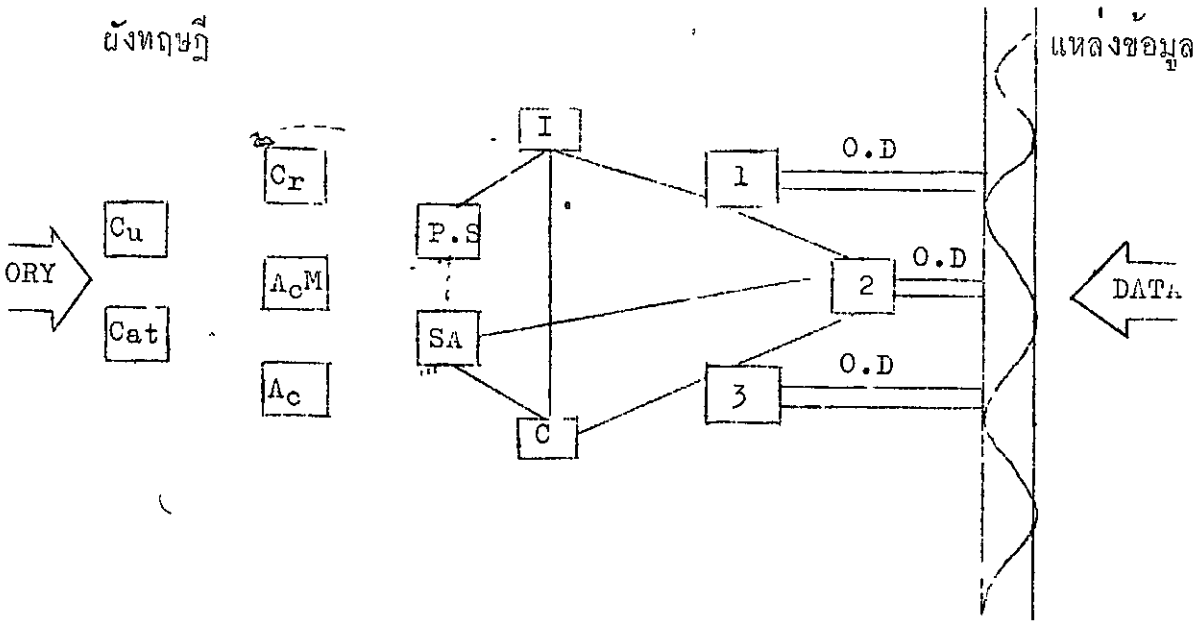
๙. นักเรียนกลุ่มควบคุมน่าจะมีความคิดวิจารณญาณสูงกว่าตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการสอนแบบนี้

๑๐. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

๑๑. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

๑๒. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความคิดวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

ผังทฤษฎีของความคิดแบบสอบสวน



พฤติกรรมที่แสดงออก
โดยดูจากผลงานที่ทำได้จาก
แบบทดสอบ

I = Inquiry Thinking

C_r = Creativity

C_u = Curiosity

Cat= Categorical Style

A_c = Science Achievement

C = Critical Thinking

P.S= Problem Solving

A_cM= Achievement Motivation

SA = Scientific Attitude

1 Inquiry Test

2 Scientific Attitude Test

3 Critical Thinking Test

O.D = Operational Definition

_ ____ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นำมาศึกษาครั้งนี้

_ . _ . _ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ไม่ได้นำมาศึกษาครั้งนี้

สังกรณ์ (Constructs) ต่าง ๆ จะอยู่โดดเดี่ยวตามลำพังไม่ได้ จะต้องอยู่เป็นกลุ่มรวมกับสังกรณ์อื่น ๆ จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างสังกรณ์ต่าง ๆ กลุ่มนี้แล้วจากคะแนนที่จะได้จากการสอบ โดยใช้แบบทดสอบของแต่ละสังกรณ์ ถ้าพบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านี้ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าผังหฤษฎีนี้มีอยู่จริง ทำให้สามารถศึกษาหฤษฎีต่าง ๆ ได้กว้างขวางออกไป สามารถตั้งสมมติฐานในการวิจัยได้มากขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ในการที่จะศึกษาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรต่าง ๆ ด้วย

จากผังหฤษฎีนี้ สามารถอภิปรายความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่น่าจะเป็นไปได้ดังนี้

สำหรับผู้ที่มีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูง มักมีการแสดงออกที่จะพยายามหาความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ เพื่อหาวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหาอันเดียวกัน ในการใช้ความคิดแสวงหาคำตอบของปัญหา และความรู้ในวิธีการใหม่ ซึ่งแสดงถึงความอยากรู้อยากเห็นในการแสวงหาคำตอบปัญหาต่าง ๆ ช่วยให้มีพัฒนาการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้วย ในการแก้ปัญหาก็ตาม การนำวิธีการใหม่ ๆ มาใช้ก็ตาม จำเป็นต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ การประเมินค่าและการตัดสินใจที่รอบคอบ และแน่นอน เรียกได้ว่าต้องใช้ความคิดวิจารณญาณอยู่เสมอขณะที่ประสบกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เผชิญหน้าอยู่ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการแก้ปัญหา ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความคิดวิจารณญาณ

จากการที่บุคคลพยายามแก้ปัญหาด้วยการใช้ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนหาเหตุผลว่าจะสัมพันธ์กันอย่างไร ต้องพิจารณาหลายแง่หลายมุม อันจะนำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ย่อมทำให้ผลิตผลในงานต่าง ๆ ที่กระทำได้ผลสูงตามขึ้นมาด้วย นั่นหมายความว่าความคิดแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย การคิดแก้ปัญหาอันเกิดจากเหตุการณ์ประจำวันต่าง ๆ อยู่เสมอ จะเป็นผลช่วยให้บุคคลมีความคิดแตกฉานขึ้น และสามารถใช้ประสบการณ์ในการตัดสินปัญหาต่าง ๆ ที่ผ่านมาได้ถูกต้องขึ้น ความคิดวิจารณญาณจึงน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปกติผลสัมฤทธิ์ในการทำงานใดก็ตามของบุคคล เป็นผลมาจากความสามารถแก้ปัญหาได้อย่างหนึ่ง และการที่บุคคลจะแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง จะช่วยเป็นแรงขับให้บุคคลใฝ่ใจในการแก้ไขอุปสรรค หรือปัญหาอื่น ๆ ที่จะพบต่อไป

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนน่าจะมีความสัมพันธ์กันทางบวกด้วย

ในการศึกษาครั้งนี้ สังกรณ์ที่ศึกษา คือ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณญาณเมื่อให้คำนิยามปฏิบัติการของสังกรณ์ทั้งหมดที่ศึกษาครั้งนี้แล้ว นำแบบทดสอบของแต่ละสังกรณ์ไปวัด นำคะแนนที่ได้มาหาค่าสหสัมพันธ์ ถ้าพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสังกรณ์ทั้งหมดที่ศึกษา แสดงว่าผังทฤษฎีของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่เกี่ยวข้องกับสังกรณ์ดังกล่าวนี้เป็นจริง

<u>สรุปสมมติฐานการวิจัย</u>

๑. ความคิดแบบสืบสวนน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติ ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๕

๒. ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๓. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์น่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .๐๕

๔. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๕. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๖. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความคิดวิจารณญาณสูงกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕

๗. นักเรียนกลุ่มควบคุมน่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการสอนแบบนี้

๘. นักเรียนกลุ่มควบคุมน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการสอนแบบนี้

๙. นักเรียนกลุ่มควบคุมน่าจะมีความคิดวิจารณญาณสูงกว่าตอนที่ยังไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการสอนแบบนี้

๑๐. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

๑๑. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

๑๒. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความคิดวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

บทที่ ๓

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาบทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๕ ของโรงเรียนสายน้ำผึ้ง กรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีทั้งหมด ๑๐ ห้องเรียน ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างออกมา ๖ ห้องเรียน แล้วจึงแบ่งให้ ๓ ห้องเรียนเป็นห้องทดลอง จำนวน ๑๓๒ คน อีก ๓ ห้องเรียนเป็นห้องควบคุม จำนวน ๑๓๒ คน นักเรียนทั้ง ๑๐ ห้องเรียนนี้ทางโรงเรียนได้จัดไว้เป็นแบบคละกันตามเกณฑ์คะแนนของการสอบคัดเลือกเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ การจัดนักเรียนเช่นนี้น่าจะช่วยควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนต่าง ๆ กันเนื่องมาจากระดับสติปัญญา สภาพทางเศรษฐกิจ และสังคมได้พอควร รายละเอียดของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมา ๖ ห้องเรียนมีดังต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่าง	วิธีสอน	จำนวนนักเรียน
กลุ่มทดลอง	แบบสืบสวนสอบสวน	๑๓๒
กลุ่มควบคุม	แบบทั่วไป	๑๓๒

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลใช้แบบทดสอบ ๓ ชนิด คือ

๑. แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude Test)

๒. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Test)

๓. แบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ (Critical Thinking Test)

แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาและดัดแปลงจาก K.C. Soh (Asian SOLEP ,๑๙๗๒) และโชติ เพชรชื่น (โชติ เพชรชื่น, ๒๕๑๔) โดยสร้างขึ้นเพื่อถามความรู้สึกต่อสถานการณ์ ๖๘ ข้อ

ตาราง ๓ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	t	ข้อ	t	ข้อ	t	ข้อ	t	ข้อ	t	ข้อ	t	ข้อ	t
1	3.4090**	12	3.2761**	23	26.0719**	34	4.5014**	45	5.0275**	56	4.5880**	67	5.3616**
2	4.4278**	13	5.1500**	24	9.1950**	35	4.7357**	46	4.7201**	57	5.8720**	68	4.9375**
3	4.0799**	14	2.6964**	25	8.8029**	36	2.4689**	47	3.7145**	58	3.4055**		
4	7.9660**	15	5.4768**	26	26.5036**	37	2.6051*	48	8.6860**	59	2.7897**		
5	2.8829**	16	7.8251**	27	5.0749**	38	5.5815**	49	2.0200*	60	2.8842**		
6	5.4742**	17	4.1193**	28	1.9202*	39	2.0568*	50	3.0659**	61	3.5085**		
7	2.7254**	18	5.2583**	29	3.1312**	40	2.1144*	51	2.1501*	62	4.0496**		
8	2.5751**	19	8.7153**	30	4.7315**	41	1.6551*	52	6.6282**	63	2.8687**		
9	2.7384**	20	2.0667*	31	7.0606**	42	5.9832**	53	3.1787**	64	3.8137**		
10	5.1893**	21	5.5339**	32	7.3519**	43	14.1097**	54	3.8191**	65	3.1550**		
11	1.7381*	22	2.6386**	33	2.2340*	44	4.5091**	55	3.0158**	66	14.0143**		

* มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .๐๕

** มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .๐๑

๒. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ได้หาความเชื่อมั่น โดยใช้วิธี แบ่งครึ่ง (Split half) แล้วปรับขยายได้ค่าความเชื่อมั่น .๗๒๕

๓. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

- ผู้สร้างข้อทดสอบได้หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น และคะแนนรวมจากแบบสอบถามทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งยืมจากหน่วยประเมินผลและทดสอบสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลปรากฏว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ ๐.๖๗๑ แสดงให้เห็นว่าข้อทดสอบทั้ง ๒ ฉบับ ใช้วัดคุณลักษณะบางอย่างร่วมกัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า แบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

- ได้หาความเที่ยงตรง โดยเปรียบเทียบกันระหว่าง Pre-test และ Post-test เมื่อ Post-test พบว่ามีคะแนนดีขึ้นถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของอรทัย เศรษฐสักโก (อรทัย เศรษฐสักโก, ๒๕๑๔) และบุญลือ ทองอยู่ (บุญลือ ทองอยู่, ๒๕๑๔) ที่ร่วมกันสร้าง โดยอาศัยแนวคิดของซุคแมน(Suchman, ๑๙๖๕ : ๓๒) ซึ่งมี ๒ ฉบับ คือชนิดรูปภาพและข้อความ แต่เนื่องจากการศึกษาของทิพา เพชรดี (ทิพา เพชรดี, ๒๕๑๕) และหนู ประธาน (หนู ประธาน, ๒๕๑๖) พบว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้แต่ฉบับรูปภาพเพียงฉบับเดียว

แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนชนิดรูปภาพประกอบด้วย ภาพขาวดำขนาด ๖" x ๙" จำนวน ๑๐ ภาพ วิธีการทำ คือให้นักเรียนตั้งคำถามจากรูปภาพ ซึ่งแบ่งคำถามออกเป็น ๔ ขั้น มีขั้นการสังเกต การอธิบาย การทำนาย และการควบคุม นำไปใช้ประโยชน์ ให้ถามให้มากที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนน

๑. ให้คะแนนตามลักษณะคำถามดังนี้

- ถ้าเป็นคำถามแบบการสังเกต ให้ ๑ คะแนน
- ถ้าเป็นคำถามแบบการอธิบาย ให้ ๒ คะแนน
- ถ้าเป็นคำถามแบบทำนาย ให้ ๓ คะแนน
- ถ้าเป็นคำถามแบ่บการนำไปใช้ให้ ๔ คะแนน

การให้คะแนนแตกต่างกันตามลำดับนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถภาพในการคิดของนักเรียน เนื่องจากคำถามแบบการสังเกต เป็นคำถามที่ใช้สมรรภาพทางสมองอย่างง่าย แต่คำถามแบบการนำไปใช้เป็นคำถามที่ใช้สมรรถภาพทางสมองสูงขึ้น ส่วนอีก ๒ คำถามก็ลดหลั่นกันลงมาตามลำดับ

๒. ให้คะแนนจำนวนคำถาม หมายถึงจำนวนคำถามทั้งหมดที่นักเรียนตั้งคำถามในขอบเขต ๔ ลักษณะดังกล่าวข้างต้น คำถามทุกลักษณะได้คะแนน ๑ คะแนนเท่ากัน แล้วเอาคะแนนทั้งหมดรวมกัน

าพของแบบทดสอบ

๑. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน อรทัย เศรษฐสักโก ทัย เศรษฐสักโก, ๒๕๑๔ : ๒๕) และบุญลือ ทองอยู่ (บุญลือ ทองอยู่, ๒๕๑๔ : ๒๕) าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีแบ่งครึ่ง ได้ผลว่า แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสวนฉบับรูปภาพ สำหรับคะแนนจำนวนคำถามมีค่า r_{tt} = .๙๐๑ (อรทัย เศรษฐสักโก) r_{tt} = .๙๓๙ (บุญลือ ทองอยู่) สำหรับคะแนนคุณภาพคำถาม มีค่า r_{tt} = .๘๙๔ ทัย เศรษฐสักโก) และ r_{tt} = .๙๔๔ (บุญลือ ทองอยู่)

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน รูปภาพใหม่ด้วยวิธีแบ่งครึ่ง มีค่า r_{tt} = .๙๘๒ (จำนวนคำถาม) และ r_{tt} = .๙๑๓ ภาพคำถาม)

๒. ค่า Construct Validity ของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน อ ทองอยู่ (บุญลือ ทองอยู่, ๒๕๑๔ : ๒๕ - ๒๖) ได้หา Construct Validity ไว้ ยวิธี

- หาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบชนิดอื่น (Correlations with Other Tests) กฏว่าแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ไปในทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ างมีนัยสำคัญที่ .๐๑ (อรทัย เศรษฐสักโก, ๒๕๑๔ : ๖๒) และสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทาง ยาศาสตร์ทางบวกอย่างมีนัยสำกัญที่ระดับ .๐๑

- หาความคงที่ภายในของแบบทดสอบ (Internal Consistency) บทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีค่าความเชื่อมั่นสูงอยู่ระหว่าง .๙๔ - .๙๖

- การจัดกลุ่ม (Know Group Techniques) โดยจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้ผลสัมฤทธิ์วิชาภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ของ งเรียนเป็นเกณฑ์ พบว่านักเรียนกลุ่มเก่งมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่านักเรียนกลุ่ม นกลาง และกลุ่มอ่อนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑

- การวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis Techniques) ผู้วิจัยได้ คราะห์ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเป็นรายข้อ พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง ๒.๗๘-๘.๑๓ างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑

๓. แบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ

ผู้วิจัยได้ศึกษาจาก ทิพา เพชรดี (ทิศา เพชรดี, ๒๕๑๕) และได้ดัดแปลงแก้ไขบ้างเล็กน้อย (ฉบับที่ ๑ และฉบับที่ ๔) ซึ่งทิศา เพชรดี ได้สร้างตามแนวของแบบทดสอบThe Watson Glasser Critical Thinking Test ประกอบด้วยแบบทดสอบ ๕ ฉบับ คือ

- การระลึกได้ในข้อตกลงเบื้องต้น
- การตีความข้อมูล
- การอนุมาน
- การสรุปความ
- การประเมิน

แบบทดสอบความคิดวิจารณญาณซึ่งผู้วิจัยใช้มี ๕ ฉบับย่อย คือ

๑. แบบทดสอบความจำ วัดความสามารถในการจำ การระลึกได้ ผู้วิจัยได้สร้างเรื่องราวมีความยาวประมาณ ๒ หน้ากระดาษ อ่านให้นักเรียนฟังก่อนแล้วให้เด็กตอบคำถามที่เป็นความจาเนื้อเรื่องในลักษณะบทบาทความสัมพันธ์ของบุคคล และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นั้น มี ๑๘ ข้อ

๒. แบบทดสอบการตีความ วัดความสามารถในการตีความ โดยกำหนดสถานการณ์ขึ้นให้เด็กใช้เปรียบเทียบ หรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่เดิม แล้วนำมาเรียบเรียงใหม่มองเรื่องราวเดิมในแง่ใหม่ภายในขอบเขตเรื่องราวที่กำหนดให้ จำนวน ๑๔ ข้อ ตัวอย่าง เช่น

(๐) เมื่อท่านยืนอยู่ที่หนึ่ง เห็นรถที่แล่นผ่านมามีน้ำเกาะอยู่ตามรถ ท่านเข้าใจว่าอย่างไร

ก. ผู้ขับมีธุระร้อน
ข. รถล้างแล้วไม่เช็ด
ค. มีฝนตกในระยะใกล้
ง. ผู้ขับไม่รักความสวยงาม
จ. ผู้ขับขาดความเอาใจใส่

๓. แบบทดสอบการอนุมาน วัดความสามารถในการนำกฎเกณฑ์ไปใช้ในเหตุการณ์พาะอย่าง แบบทดสอบฉบับนี้ในแต่ละข้อความจะมีกฎเกณฑ์หรือทฤษฎีให้ดูก่อน แล้วให้พิจารณากฎเกณฑ์หรือทฤษฎีที่กำหนดให้ คือเหตุการณ์เฉพาะอย่างในข้อใด แบบทดสอบนี้มี ๑๐ ข้อ

(๐) จากความรู้ที่ว่า "วัตถุจะติดไฟเมื่ออุณหภูมิถึงจุดวาบไฟ" ข้อใดที่ใช้ทฤษฎีนี้อธิบาย

ก. การใช้ผ้าหมดับไฟ

ข. การใช้ทรายดับไฟ

ค. การใช้นิ้วดับเทียนไข

ง. การใช้ปากเป่าให้เทียนดับ

จ. การใช้แก้วครอบให้เทียนดับ

๔. แบบทดสอบสรุปความ วัดความสามารถในการลงสรุปที่ถูกต้องตามเหตุผลในละข้อคำถาม จะกำหนดสถานการณ์หรือสาเหตุให้แล้วให้นักเรียนสรุปให้ถูกต้องตามเหตุผลเท่าที่มูลปรากฏอยู่ หรือให้หาผลของสาเหตุนั้นให้ถูกต้องตามเหตุผลมีอยู่ ๑๖ ข้อ ตัวอย่าง เช่น

(๐) ทุกคนต้องตาย แต่นายดำไม่ตาย ฉะนั้น

ก. นายดำไม่ใช่คน

ข. นายดำเป็นเทวดา

ค. นายดำเป็นผู้วิเศษ

ง. นายดำเก่งคาถาอาคม

จ. ยังสรุปไม่ได้

๕. แบบทดสอบการประเมิน วัดความสามารถในการประเมินแต่ละข้อความ ซึ่งมีถามหรือข้อความให้นักเรียนพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมด้วยเหตุผล ตามกฎเกณฑ์ของบุคคล ๆ ไป มีอยู่ ๑๖ ข้อ ตัวอย่าง เช่น

(๐) ขณะครูสอน นักเรียนคุยกันดีหรือไม่

ก. ไม่ดี เพราะเราไม่ได้ความรู้

ข. ไม่ดีเพราะคุยกันไม่รู้เรื่อง

ค. ไม่ดีเพราะการคุยขาดความสนุก

ง. ไม่ดีเพราะรบกวนเพื่อนร่วมชั้น

จ. ไม่ดีเพราะทำให้ครูผู้สอนไม่พอใจ

ภาพของแบบทดสอบ

๑. ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ศึกษาและดัดแปลงแก้ไขบ้าง เสร็จแล้วไปสอบ เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนสายปัญญา จำนวน ๒ ห้องเรียน และโรงเรียนสตรีวิทยา ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน ๑๓๐ คน ได้หาค่าอำนาจจำแนกของข้อทดสอบเป็นรายข้อ ดยเปิดตาราง Item Analysis ของ Chung Teh Fan ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนก(r) ะหว่าง .๒๐ - .๗๘ ถือว่ามีค่าอำนาจจำแนกสูง ข้อคำถามที่เลือกไว้ใช้มีดังนี้

าราง ๔ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ

ฉบับความจำ			ฉบับการตีความ			ฉบับการอนุมาน			ฉบับสรุปความ			ฉบับการประเมิน			
ข้อ	r	ข้อ	r	ข้อ	r	ข้อ	r	ข้อ	r	ข้อ	r	ข้อ	r	ข้อ	r
๑	.๔๐	๑๐	.๓๗	๑	.๔๑	๙	.๒๔	๑	.๓๑	๙	.๒๖	๑	.๔๓	๙	.๔๘	๑	.๓๑	๙	.๓๗
๒	.๓๓	๑๑	.๕๑	๒	.๒๓	๑๐	.๔๒	๒	.๔๐	๑๐	.๔๔	๒	.๒๓	๑๐	.๔๗	๒	.๕๔	๑๐	.๒๕
๓	.๕๑	๑๒	.๓๔	๓	.๒๘	๑๑	.๓๙	๓	.๒๕			๓	.๒๗	๑๑	.๒๘	๓	.๒๖	๑๑	.๓๐
๔	.๓๗	๑๓	.๔๒	๔	.๓๕	๑๒	.๔๓	๔	.๓๑			๔	.๔๒	๑๒	.๓๓	๔	.๕๔	๑๒	.๒๕
๕	.๓๑	๑๔	.๔๓	๕	.๓๓	๑๓	.๒๒	๕	.๒๔			๕	.๓๔	๑๓	.๕๐	๕	.๒๔	๑๓	.๓๗
๖	.๒๔	๑๕	.๕๓	๖	.๔๐	๑๔	.๓๖	๖	.๕๔			๖	.๓๖	๑๔	.๔๐	๖	.๓๒	๑๔	.๔๐
๗	.๓๓	๑๖	.๓๓	๗	.๓๐			๗	.๔๔			๗	.๓๙	๑๕	.๔๒	๗	.๓๗	๑๕	.๔๙
๘	.๒๗	๑๗	.๒๘	๘	.๒๓			๘	.๓๙			๘	.๖๗	๑๖	.๕๑	๘	.๒๑	๑๖	.๓๑
๙	.๓๑	๑๘	.๓๒																

๒. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนใหม่ โดยแบ่งให้คะแนน ๒ ตอน คือ ข้อคู่ ข้อคี่ เพื่อคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีแบ่งครึ่ง (Split half) แล้วปรับขยายได้ดังนี้

แบบทดสอบความจำได้ค่าความเชื่อมั่น	.๗๐๐๒
แบบทดสอบการตีความได้ค่าความเชื่อมั่น	.๖๒๑๑
แบบทดสอบการอนุมานได้ค่าความเชื่อมั่น	.๖๙๙๗
แบบทดสอบสรุปความได้ค่าความเชื่อมั่น	.๗๑๑๓
แบบทดสอบการประเมิน ได้ค่าความเชื่อมั่น	.๖๘๕๒

<u>การหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ</u>

๑. การวิเคราะห์รายข้อ โดยใช้ข้อทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ค่อนข้างสูง คือ (r) ระหว่าง .๒๒ - .๕๔

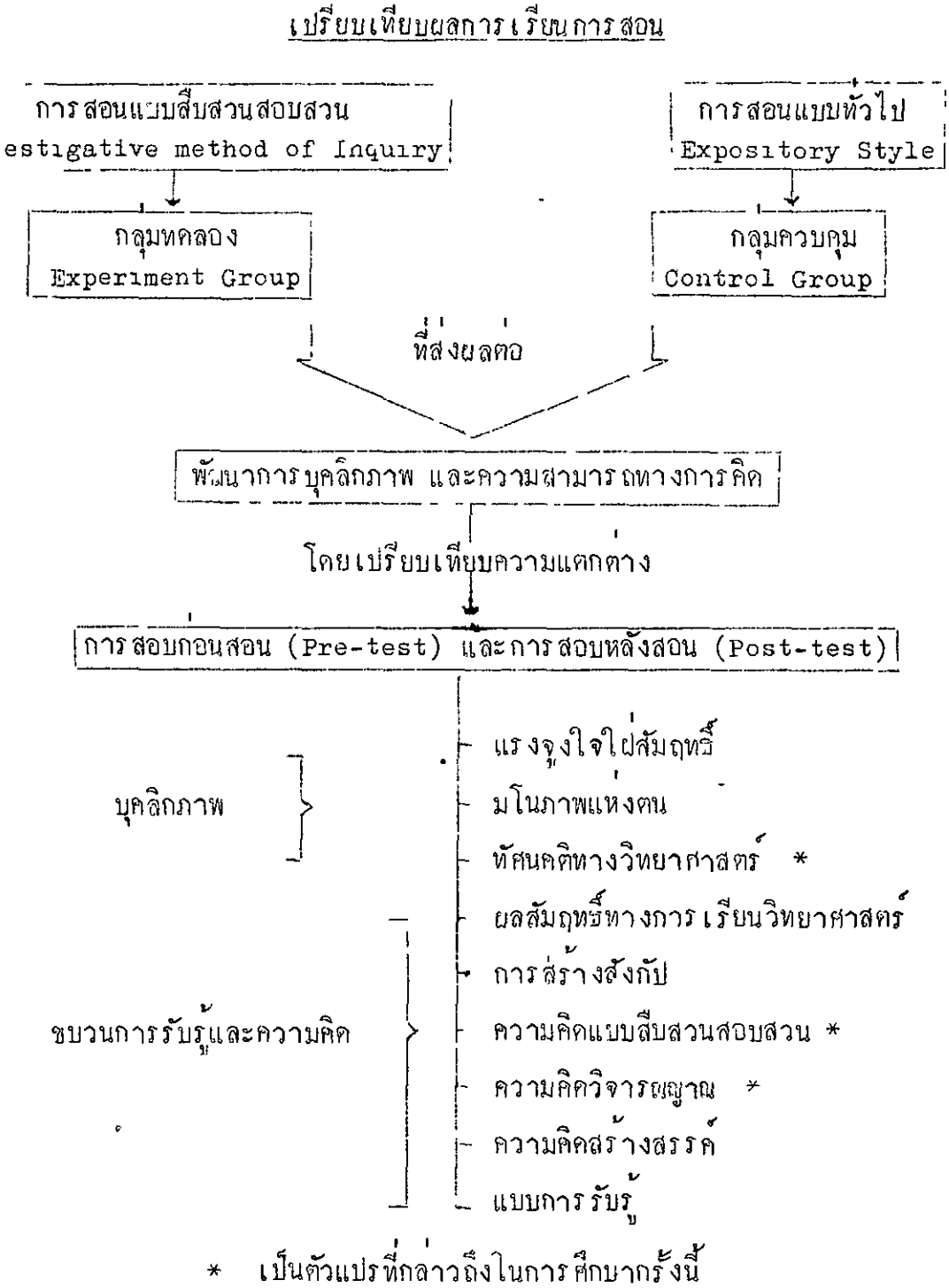
๒. ความคงที่ภายในของแบบทดสอบ (Internal Consistency) ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งหาด้วยวิธีแบ่งครึ่ง มีค่าอยู่ระหว่าง .๖๒๑๑ - .๗๑๑๓

๓. ความแตกต่างของคะแนนความคิดวิจารณญาณก่อนทำการสอน และหลังทำการสอน มีค่าดังแสดงในตาราง ๕ ซึ่งทุกฉบับหลังจากทำการสอนแล้วมีคะแนนเพิ่มขึ้นทั้งนั้น จึงกล่าวได้ว่าแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างพอควร

<u>การดำเนินการทดลอง</u>

๑. ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนธรรมชาติและขบวนการคิดแบบสืบสวนสอบสวน โดยเข้าร่วมโครงการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เป็นกลุ่มที่ทำการทดลองกลุ่มที่ ๒ ในการนำของ ดร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ คณะวิจัยการศึกษา

ทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ซึ่งมุ่งหมายไว้ดังนี้



๒. ศึกษาเนื้อหาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ และ ปีที่ ๒ ที่ต้องใช้สอนมีดังนี้

- สิ่งที่มีชีวิต
- แรงแม่เหล็ก
- การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

} ม.ศ.๑

เนื้อหาทั้งหมดนี้ใช้เวลาในการทดลองสอนประมาณ ๑ ภาคเรียน คือ ภาคเรียนที่ ๓ ปีการศึกษา ๒๕๑๕ และเนื้อหาเรื่อง

- ธรรมชาติของน้ำ
- ความร้อนในชีวิตประจำวัน
- แหล่งผลิตอาหารทางธรรมชาติ
- ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีชีวิต

} ม.ศ.๒

เนื้อหาทั้งหมดนี้ใช้เวลาในการทดลองสอน ๑ ภาคเรียน คือ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๖ ต่อจากนั้นก็ได้ศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเรื่องดังกล่าว เพื่อนำมาสร้างสังกัปแนวหน้าในการใช้สอน

๓. นำเนื้อหาที่จะสอนมาวิเคราะห์จุดมุ่งหมายในรูปพฤติกรรมที่นักเรียนจะแสดงออกได้เมื่อได้รับบทเรียน จัดเรียงเนื้อหาให้เหมาะสมโดยคำนึงถึงหลักการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

- หลักความพร้อม
- หลักการจูงใจ
- หลักการถ่ายโยงความรู้

๔. การสร้างโครงหุ่นการสอน (Teaching Model) โครงหุ่นการสอนที่ใช้ทำการเตรียมการสอนครั้งนี้มี ๓ ชนิดด้วยกัน คือ

- โครงหุ่นการสอน A เป็นโครงหุ่นการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ที่เป็นรูปนามธรรม (Abstract) กรณีนี้เป็นการยกสถานการณ์หรือการเล่าถึงเรื่องต่าง ๆ ให้นักเรียนฟัง เพื่อก่อให้เกิดปัญหาข้องจิต (Conceptual Conflict)
- โครงหุ่นการสอน B เป็นโครงหุ่นการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้รูปภาพหรือแผนภาพต่าง ๆ นำมาให้นักเรียนสังเกต

- โครงหุ่นการสอน C เป็นโครงหุ่นการสอนที่ใช้ของจริง ให้นักเรียนได้เห็น มีส่วนร่วมในการทดลองศึกษาโดยตรง

อย่างไรก็ตามในโครงหุ่นการสอนแต่ละหน่วย อาจมีทั้งโครงหุ่นการสอนแบบ A,B หรือ C รวมกันอยู่ ซึ่งขึ้นอยู่กับเนื้อหาของวิชา และความสะดวกในการใช้อุปกรณ์การสอนด้วย

โครงหุ่นการสอนที่สร้างขึ้นประกอบด้วย

๔.๑ อันดับการสอน เป็นเนื้อเรื่องที่คณะผู้ทดลองสอนได้ตกลงกันว่าจะสอนเรียงกันไปโดยคำนึงถึงความต่อเนื่องของความรู้ที่นักเรียนจะได้รับไป

๔.๒ สังกัป ที่กาดว่านักเรียนจะค้นพบ (Concept) และนำไปใช้ (Application)

๔.๓ การทดลอง การแสดงแผนภูมิ หรือเล่าเรื่อง หรือสถานการณ์เป็นการแสดงรายละเอียดของการทดลอง การแสดงภาพหรือแผนภูมิ หรือการนำสถานการณ์ใดมา ก็เพื่อให้นักเรียนได้ทำการทดลองเอง สังเกตจนเกิดปัญหาข้องจิต ตลอดจนค้นหาเหตุผลเองด้วย

๔.๔ อุปกรณ์การสอน ซึ่งเตรียมโดยคณะผู้ทดลองสร้างขึ้นเอง โดยใช้วัสดุง่าย ๆ บ้าง ส่วนใหญ่ได้รับความช่วยเหลือด้านเครื่องมือวิทยาศาสตร์จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่

๔.๕ สถานการณ์ชักจูงใจ (Mind Capture) เป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้นจากอุปกรณ์หรือการทดลองเพื่อทบทวนความรู้เดิม สร้างความสนใจก่อให้เกิดปัญหาข้องจิต และเป็นแนวทางนำไปสู่การเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ

๔.๖ สังกัปแนวหน้า (Advance Organizer) เป็นความรู้เดิม หรือเป็นความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้เรียน โดยการสืบสวนสอบสวนในปัจจุบันได้ดีขึ้น

๔.๗ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในแต่ละโครงหุ่นจะบ่งไว้ว่ามีความมุ่งหมายให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้อะไร หรือได้สังกัปอะไร ซึ่งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมแต่ละข้อจะเคราะห์ออกมาเป็นภารกิจย่อยอีกที โดยกำหนดว่านักเรียนจะค้นพบความรู้ใดต้องผ่านภารกิจนักเรียนควรจะทำได้ก่อนเข้าเรียน (Entry Subtasks) จำเป็นอย่างไร ภารกิจย่อยารเรียนการสอน (Enroute Subtasks) ของครูและนักเรียนเป็นอย่างไร ตลอดจนภารกิจเอยสุดท้าย (Terminal Subtasks) นักเรียนได้รับความรู้อะไร และพฤติกรรมอะไรที่แสดง

ถึงการเรียนรู้สิ่งนั้น ๆ

๔.๘ พฤติกรรมการสอน คือพฤติกรรมของครู ซึ่งแบ่งออกเป็น ๒ ตอน คือ - พฤติกรรมการพูด เป็นคำพูดของครู หรือคำถามที่จะยั่วยุให้นักเรียนเกิดความสงสัย และถามคำถามขั้นต่าง ๆ หรืออาจจะเป็นคำถามของครูก็ได้ - พฤติกรรมการกระทำ คือครูทำการทดลองให้ดู หรือเล่าสถานการณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนได้คิด

๔.๙ พฤติกรรมการเรียน คือพฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น ๓ ตอน (เป็นเพียงสิ่งที่คาดหวังไว้เท่านั้นเอง) คือ - พฤติกรรมการพูดเป็นคำถาม ขั้นต่าง ๆ ของนักเรียนเพื่อจะได้สามารถสรุปหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งพฤติกรรมการอภิปราย เพื่อที่จะได้คำตอบที่ถูกต้อง

- พฤติกรรมการกระทำ เป็นการกระทำร่วมกันในการสืบสวนสอบสวน การที่นักเรียนได้ทำการทดลองเอง หรือเกิดปัญหาโต้แย้งขึ้น

- พฤติกรรมการคิด เป็นลักษณะการที่นักเรียนจะใช้ในการสืบสวนและสอบสวนจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในชั่วโมงเรียน เพื่อให้ได้ความรู้ หรือหาเหตุผลในการตอบปัญหา เช่น การคิดแนวอ้างอิง การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดโยงความสัมพันธ์เป็นต้น

๔.๑๐ การประเมินผล ในแต่ละโครงหุ่นการสอนมีแผนการการประเมินผลต่าง ๆ ไว้ เช่น การทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การทดลอง การตั้งสมมติฐานอย่างมีเหตุผล การค้นคว้าเพิ่มเติม การเขียนรายงาน เป็นต้น

๕. การฝึกอบรมและการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนในระหว่างภาคเรียนที่ ๑ และ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๑๕ จนถึงวันที่ ๑ กันยายน ๒๕๑๕ คณะผู้ทดลองได้ศึกษารายละเอียดของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และฝึกวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนหลายครั้ง เริ่มตั้งแต่การฝึกตั้งคำถามจากภาพ และจากสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจในวิธีสอน ได้มีการทดลองสอนนักเรียนจริง ๆ โดยอาศัยสถานที่ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร เป็นที่ฝึกสอนระหว่างการสอนได้มีการบันทึก Vedeo tape ไว้และนำมาประเมินผลการสอนเพื่อการปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น อนึ่งการทดลองสอนนี้ได้ทำเป็น micro teaching เพื่อฝึกขั้นต่าง ๆ และเทคนิคในการสอนให้ถูกต้อง

การฝึกอบรมของคณะผู้ทดลองได้รับความช่วยเหลือจากคณะผู้เคยทำการทดลองสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนกลุ่มที่ ๑ ตลอดมา ภายใต้การควบคุมของ ดร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ

๖. การฝึกอบรมเด็กนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจวิธีการเรียนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นอย่างดี เริ่มทดลอง คณะผู้ทำการทดลองได้ใช้เวลาฝึกฝนให้นักเรียนรู้จักการตั้งคำถาม การฝึกใช้ความคิดก่อนการสอน และมีการฝึกหัดไปบ้างตลอดการสอน

ในระหว่างปิดภาคฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน ๒๕๑๖) คณะผู้ทดลองได้ใช้เป็นเวลาเตรียมการสอนในเทอมต่อไป ได้ประเมินผลที่ได้ทดลองสอนมาบ้าง และได้ทดลองสอนอีกเพื่อปรับปรุงขบวนการสอน ในการทดลองสอนภาคเรียนที่ ๒ ได้มีการทบทวนขบวนการเรียนให้นักเรียนอีกครั้งหนึ่ง

๗. ระยะเวลาที่ทำการทดลอง ใช้ทำการทดลองสอน ๒ ภาคเรียน คือภาคเรียนที่ ๓ (ปีการศึกษา ๒๕๑๕) และภาคเรียนที่ ๑ (ปีการศึกษา ๒๕๑๖) นักเรียนได้เลื่อนชั้นไปอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ทั้งนี้เนื่องจากความสะดวกในการเตรียมการสอนของคณะผู้ทดลอง

๘. การดำเนินการทดลองสอน

๘.๑ มีการทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนลงมือสอนด้วยข้อสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณ

<u>วิธีดำเนินการสอน</u>

๑. วิธีดำเนินการสอบแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนใช้วันแรกของการเปิดภาคเรียน ดำเนินการสอบเป็นกลุ่ม(Group Test) ซึ่งทำการสอบทั้งหมดรวม ๖ ห้องเรียน โดยผู้ดำเนินการสอบแจกรูปภาพตัวอย่างให้นักเรียนคนละ ๑ ภาพ แล้วจึงอ่านคู่มือการสอบให้นักเรียนฟังประกอบภาพจนนักเรียนเข้าใจวิธีตอบแล้ว เก็บรูปภาพตัวอย่างคืน แล้วแจกแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับรูปภาพพร้อมกระดาษคำตอบให้แก่นักเรียน เมื่อนักเรียนทำจนหมดเวลาที่กำหนดไว้ในแบบทดสอบคือ ๔๐ นาที ผู้ดำเนินการสอบเก็บกระดาษทั้งภาพและกระดาษคำตอบคืน

๒. วิธีดำเนินการสอบแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ใช้เวลาตอนบ่ายของวันแรกของการเปิดเรียน ดำเนินการสอบเป็นกลุ่ม ซึ่งทำการสอบทั้งหมดรวม ๖ ห้องเรียน โดยผู้ดำเนินการสอบแจกแบบทดสอบให้นักเรียนทุกคน มีคู่มือการสอบอยู่ในฉบับนั้นด้วย ซึ่งมีช่องว่างสำหรับเขียน

คำตอบ แล้วผู้ดำเนินการสอบอ่านคู่มือการสอบพร้อมกับให้นักเรียนอ่านตามไปด้วย จนเข้าใจวิธีการตอบแล้ว เมื่อหมดเวลาตามกำหนดในแบบทดสอบ ซึ่งประมาณ ๓๐ นาที ผู้ดำเนินการสอบเก็บแบบทดสอบคืน

๓. วิธีดำเนินการสอบแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ เวลาสอบเป็นวันที่ ๒ ของการเปิดภาคเรียน ดำเนินการสอบเป็นกลุ่ม ซึ่งทำการสอบเพียง ๒ ห้องเรียน ห้องหนึ่งเป็นห้องควบคุม และอีกห้องหนึ่งเป็นห้องทดลอง โดยจับฉลากตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มออกมากลุ่มละห้องเรียน แล้วดำเนินการสอบดังนี้

ก. แจกแบบทดสอบพร้อมทั้งกระดาษคำตอบให้นักเรียนทุกคน ซึ่งแบบทดสอบมี ๕ ฉบับ

ข. ผู้ดำเนินการสอบอ่านคู่มือการสอบพร้อมทั้งให้นักเรียนอ่านตามไปด้วยจากคู่มือของนักเรียนจนนักเรียนเข้าใจวิธีการตอบ

ค. ให้นักเรียนเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับ ชื่อ เลขที่ แล้วลงมือทำแบบทดสอบ

ง. เมื่อหมดเวลาตามกำหนด ให้นักเรียนวางปากกาและให้เอากระดาษคำตอบสอดเข้าไปในฉบับ แล้วหยิบแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ขึ้นมาดำเนินการสอบตามข้อ ข,ค. และ ง รวม ๔ ฉบับ (ยกเว้นฉบับความจำ) ให้นักเรียนพัก ๑๐ นาที แล้วทำการสอบฉบับความจำ ซึ่งดำเนินตามข้อ ก และ ข แล้วพังครูอ่านเรื่องราวจนจบ ๑ ครั้ง แล้วจึงลงมือทำ และปฏิบัติตามข้อ ง.ต่อไป

๘.๒ ทดลองสอนห้องละ ๓ ชั่วโมงต่อ ๑ สัปดาห์ประมาณ ๒๙ สัปดาห์ โดยใช้ผู้ทดลอง ๓ คน สอนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากป้องกันปัญหาความลำเอียงที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากการที่นักเรียนได้รับการสอนจากครูคนใดคนหนึ่งโดยเฉพาะ ภายในระหว่างกลุ่มทดลอง ซึ่งมี ๓ ห้องเรียน นักเรียนจะมีโอกาสได้รับการสอนแบบสับสวนลอบสวนจากครูทั้ง ๓ คน พอ ๆ กัน

ตัวอย่างการเตรียมการสอน

ห้อง / หน่วยการสอน	1	2	3
1	T_1	T_2	T_3
2	T_2	T_1	T_2
3	T_3	T_3	T_1

T = ผู้ทำการทดลองสอน

๔.๓ ทำการทดสอบทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังจากการสอน ด้วยข้อสอบทั้ง ๓ ชนิดที่เคยสอบก่อนสอน ด้วยสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

<u>สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

๑. หาคะแนนเฉลี่ยใช้สูตร (Guilford, ๑๙๖๐ : ๔๘)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทนคะแนนเฉลี่ย

ΣX แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๒. หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร (Ferguson, ๑๙๖๖ : ๖๗)

$$S = \sqrt{\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทนผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๓. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ใช้สูตร (Garrett ; ๑๙๖๖ : ๑๙๓)

$$r = \frac{N\Sigma XY - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

เมื่อ r แทนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ΣXY แทนผลรวมของผลคูณของคะแนน X กับ Y

$\Sigma X, \Sigma Y$ แทนผลรวมทั้งหมดของคะแนน X กับคะแนน Y ตามลำดับ

$\Sigma X^2, \Sigma Y^2$ แทนผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๔. การทดสอบความแตกต่างของพัฒนาการของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (Ferguson, ๑๙๖๖ : ๑๕๙)

จากสูตร $t = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{D}}}$

$$S_{\bar{D}} = \frac{S_D}{\sqrt{n}}$$

เมื่อ t แทนค่าอัตราส่วนวิกฤต

$\bar{D}$ แทนค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ (Mean Difference)

$S_{\bar{D}}$ แทนค่าความบายเบนมาตรฐานของ

S_D แทนค่าความบายเบนมาตรฐานของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

n แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๕. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

(Lindquist, ๑๙๕๖ : ๓๑๙ - ๓๒๓)

Source of Variation	df	SP	SS_y	df	MS_y	F
Treatment (A)	a-1	$SP_A=\frac{\sum_{j=1}^{a} T_{x_1}\ T_{y_1}}{n_1}-\frac{T_x T_y}{N}$	$SS'_A=SS'_T-SS'_W$	a-1	$SS'_A/(a-1)$	$\frac{MS'_A}{MS'_W}$
Within(W)	N-a	$SP_w=SP_T-SP_A$	$SS'_W=SS_{T_w}-\frac{(SP_w)^2}{SS_{wx}}$	N-a-1	$SS'_w/N-a-1$	
Total	N-1	$SP_T=\sum_{j=1}^{a} XY-\frac{T_x T_y}{N}$	$SS'_T=SS_{TY}-\frac{(SP_T)^2}{SS_{T_x}}$	N-2		

เมื่อ N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

X,Y แทนคะแนนดิบก่อนและหลังทำการทดลองตามลำดับ

SS แทน Sum Square

SP แทน Sum Product

SS' แทน Adjusted Sum Square

MS แทน Mean Square

MS' แทน Adjusted Mean Square

F แทน F-test

๖. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้สูตร (Guilford ; ๑๙๕๖ : ๑๔๐)

$$r_{\frac{1}{2}\frac{1}{2}} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[N\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\right]}}$$

เมื่อ $r_{\frac{1}{2}\frac{1}{2}}$ แทนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับ

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนข้อคี่ทั้งหมด

$\sum X^2$ แทนผลรวมของคะแนนข้อคี่แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y$ แทนผลรวมของคะแนนข้อคู่ทั้งหมด

$\sum Y^2$ แทนผลรวมของคะแนนข้อคู่แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum XY$ แทนผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคู่

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

ใช้สูตรขยาย (Guilford ; ๑๙๕๖ : ๔๕๒)

$$r_{tt} = \frac{2\, r_{\frac{1}{2}\frac{1}{2}}}{1 + r_{\frac{1}{2}\frac{1}{2}}}$$

เมื่อ r_{tt} แทนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

บทที่ ๔

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

<u>สัญญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

เพื่อความสะดวกและให้เป็นที่เข้าใจตรงกันในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมาย จึงได้กำหนดสัญญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

X,Y แทน คะแนนจากการสอบครั้งแรก (Pretest) และการสอบครั้งหลัง (Post test) ตามลำดับ

d , แทน ผลต่างของ X และ Y

$\overline{X},\overline{Y}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของการสอบครั้งแรก (Pretest) และการสอบครั้งหลัง (Post test) ตามลำดับ

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

S^2 แทน ความแปรปรวน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

d แทน degree of freedom

S_D แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความแตกต่างของการทดสอบก่อนและหลังการสอน

$\overline{D}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความแตกต่างของการทดสอบทั้ง ๒ ครั้ง

SS แทน Sum Square

SP แทน Sum Product

MS แทน Mean Square

SS' แทน Adjusted Sum Square

MS' แทน Adjusted Mean Square

$\overline{Y}$ แทน Adjusted Mean Y

b_w แทน Regression Y, on X within

สจ,สคแทน คะแนนจำนวนข้อ และคะแนนคุณภาพของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

ว จำ แทน แบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ ระดับความจำ

วตีความ แทน แบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ ฉบับการตีความ

วอนุมาน แทน แบบทดสอบความคิดวิจารณญาญ ฉบับ การอนุมาน

วสรุปความ แทน แบบทดสอบ ความคิดวิจารณญาญ ฉบับ สรุปความ

วประเมิน แทน แบบทดสอบ ความกิดวิจารณญาญ ฉบับ การประเมิน

ท. แทน คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

Ho แทน สมมติฐานไร้นัยสำคัญ (Null Hypothesis)

H_1 แทน สมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้ง (Alternative Hypothesis)

μ แทน คะแนนเฉลี่ยของประชากร (Population)

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูลแบ่งออกเป็นตอน ๆ ดังนี้

๑. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ

๒. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และคะแนนความคิดวิจารณญาณ โดยใช้วิธี Product Moment Correlation

๓. ศึกษาพัฒนาการของคะแนนของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณญาณของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อเปรียบเทียบคะแนนของการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน โดยใช้ t-test แบบ dependent

๔. เปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และผลของการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณญาณด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (analysis of Covariance)

๕. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งแสดงความคิดเห็นต่อการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

๑. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ

ตาราง ๕ ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนและหลังการสอน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

บทดสอบ	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
	ก่อนสอน		หลังสอน		ก่อนสอน		หลังสอน	
	$\bar{X}$	S	$\bar{Y}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{Y}$	S
.	266.349	26.238	291.571	17.734	271.492	16.745	277.659	17.810
จ.	80.484	2.540	154.444	0.940	64.825	0.697	94.325	1.811
ส.	34.302	0.383	61.262	0.380	25.619	0.322	31.214	0.601
อ.	33.310	3.090	58.817	1.353	27.270	0.558	43.302	1.630
ท.	6.000	0.445	18.921	0.438	5.730	0.024	10.738	0.422
ค.	6.873	0.278	15.444	0.406	6.206	0.160	9.071	0.363
.จำ	12.381	2.170	15.167	1.675	11.881	2.106	13.833	1.646
.ก็ความ	8.952	1.479	11.524	1.531	9.262	2.012	10.738	3.162
.อนุมาน	5.024	2.029	6.524	1.815	4.190	1.621	5.476	1.607
.สรุปความ	9.643	2.524	12.643	1.461	10.690	1.945	11.190	1.693
.ประเมิน	8.095	2.307	11.810	2.162	9.214	1.566	9.833	1.478

จากตาราง ๕ คะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (ท) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม การกระจัดกระจายของคะแนนกลุ่มทดลองลดลง ส่วนของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น หลังจากที่ทำการสอนแล้ว

คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนปริมาณหรือจำนวนข้อ (สจ.) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นหลังจากทำการสอนแล้ว การกระจัดกระจายลดลงมาก คะแนนเฉลี่ยและการกระจัดกระจายของคะแนนกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นหลังจากทำการสอนแล้ว คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมที่เพิ่มขึ้นนั้นเพิ่มขึ้นน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพ โดยแยกเป็นคุณภาพทางการสังเกต (สส.) คุณภาพทางการอธิบาย (สอ.) คุณภาพทางการทำนาย (สท.) และคุณภาพทางการสร้างสรรค์ (สค.)

เมื่อพิจารณาคะแนนคุณภาพทางการสังเกต คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นภายหลังทำการสอนแล้ว กลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม การกระจัดกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองลดลงเพียงเล็กน้อย แต่กลุ่มควบคุมมีการกระจัดกระจายของคะแนนเพิ่มขึ้น

คะแนนคุณภาพทางการอธิบาย (สอ.) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น การกระจัดกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองลดลง แต่ของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นหลังจากทำการสอนแล้ว

คะแนนคุณภาพทางการทำนาย (สท.) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น การกระจัดกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองลดลง แต่ของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากทำการสอนแล้ว

คะแนนคุณภาพทางการสร้างสรรค์ (สค.) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม การกระจัดกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นหลังจากการสอนแล้ว

คะแนนความคิดวิจารณญาณด้านความจำ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น การกระจัดกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมลดลงหลังจากการสอนแล้ว

คะแนนความคิดวิจารณญาณด้านการตีความ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น การกระจัดกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นหลังจากทำการสอนแล้ว

คะแนนความคิดวิจารณญาณด้านการอนุมาน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น การกระจัดกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมลดลงหลังจากทำการสอนแล้ว

คะแนนความคิดวิจารณญาณด้านการสรุปความ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น การกระจัดกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมลดลงหลังทำการสอนแล้ว

คะแนนความคิดวิจารณญาณด้านการประเมิน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น การกระจัดกระจายของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมลดลงหลังจากทำการสอนแล้ว

๒. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนและคะแนนความคิดวิจารณญาณ

ตาราง ๖ แสดงค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบ
วนสอบสวนและความคิดวิจารณญาณ

	ท.	สจ.	สส.	สอ.	สท.	สค.	ว.จำ	ว.ตีความ	ว.อนุมาน	ว.สรุป	ว.ประเมิน
ท.		-.1119	.0112	.1502	.0423	.2089*	.0950	.0466	.0351	.0476	.0594
สจ.			-.7932**	.5507**	.2716**	.2773**	.0547	.0084	.0165	.1340	.0129
สส.				-.0202	.0298	.1250	.0454	.0050	.0142	.0659	.0448
สอ.					-.1061	.0416	.0444	.0101	.1037	.1072	.1087
สท.						-.0261	.0474	.0489	.1097	.1084	.0436
สค.							-.0852	.0321	.0141	.0162	.0212
ว.จำ								-.2562**	.1738	.1892	.0313
ว.ตีความ									-.3286**	.0846	.2226*
ว.อนุมาน										.2015*	.3099**
ว.สรุปความ											.1149
ว.ประเมิน											

* ค่า r มีนัยสำคัญที่ .๐๕

** ค่า r มีนัยสำคัญที่ .๐๑

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๖ สมมติฐานข้อ ๑

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ : ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนไม่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนแยกตาม

๑.๑ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อหรือปริมาณ (ρ สจ.ท = ๐)

๑.๒ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพด้านการสังเกต (ρ สส.ท = ๐)

๑.๓ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพด้านการอธิบาย (ρ สอ.ท = ๐)

๑.๔ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพด้านการทำนาย (ρ สท.ท = ๐)

๑.๕ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพด้านการสร้างสรรค์ (ρ สค.ท = ๐)

สมมติฐานการวิจัย

ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ โดยที่ความคิดแบบสืบสวนแยกตาม

๑.๑ เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อหรือปริมาณ (ρ สจ.ท $>$ ๐)

๑.๒ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพด้านการสังเกต (ρ สส.ท $>$ ๐)

๑.๓ เมื่อคิดกะแนนกุณภาพด้านการอธิบาย (ρ สอ.ท $>$ ๐)

๑.๔ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพด้านการทำนาย (ρ สท.ท $>$ ๐)

๑.๕ เมื่อคิดคะแนนคุณภาพด้านการสร้างสรรค์ (ρ สค.ท $>$ ๐)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อและคิดคะแนนคุณภาพด้านการสังเกต คุณภาพด้านการอธิบาย คุณภาพด้านการทำนาย มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๑.๑-๑.๔ ทำให้ต้องยอมรับสมมติฐานไร้นัยสำคัญข้อ ๑.๑-๑.๔ แต่การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพด้านการสร้างสรรค์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๑.๕ คือ ρ สค.ท $>$ ๐ และปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ ρ สค.ท = ๐

สมมติฐานข้อ ๒

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ : ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนไม่มีความสัมพันธ์กับ

ความคิดวิจารณญาณด้านการจำ (ρ ส.วจำ = ๐) ความคิดวิจารณญาณด้านการตีความ (ρ ส.วตีความ = ๐) ความคิดวิจารณญาณด้านการอนุมาน (ρ ส.วอนุมาน = ๐) ความคิดวิจารณญาณด้านการสรุปความ (ρ ส.วสรุปความ = ๐) และความคิดวิจารณญาณด้านการประเมิน (ρ ส.วประเมิน = ๐)

สมมติฐานการวิจัย :- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณด้านการจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ (ρ ส.วจำ > ๑)

- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณด้านการตีความอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ (ρ ส.วตีความ > ๐)
- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณด้านการอนุมานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ (ρ ส.วอนุมาน > ๐)
- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณด้านการสรุปความอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ (ρ ส.วสรุปความ > ๐)
- ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณด้านการประเมินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ (ρ ส.วประเมิน > ๐)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนทั้งปริมาณและคุณภาพด้านต่าง ๆ แล้ว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณทุกด้านอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อ ๒ ทั้งหมด จึงต้องยอมรับสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ ρ ส.วจำ = ๐ , ρ ส.วตีความ = ๐ , ρ ส.วอนุมาน = ๐ , ρ ส.วสรุป = ๐ , และ ρ ส.วประเมิน = ๐

สมมติฐานข้อ ๓

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ : ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดวิจารณญาณด้านการจำ (ρ ท.วจำ = ๐) ความคิดวิจารณญาณด้านการตีความ (ρ ท.วตีความ = ๐)

ความคิดวิจารณญาณด้านการอนุมาน ($\mu_{\text{ทว อนุมาน}} = 0$) ความคิดวิจารณญาณด้านการสรุปความ ($\mu_{\text{ทว สรุปความ}} = 0$) ความคิดวิจารณญาณด้านการประเมิน($\mu_{\text{ทว ประเมิน}} = 0$)

สมมติฐานการวิจัย : ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์น่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ คือ $\mu_{\text{ทว จำ}} > 0$, $\mu_{\text{ทว ตีความ}} > 0$, $\mu_{\text{ทว อนุมาน}} > 0$, $\mu_{\text{ทว สรุปความ}} > 0$ และ $\mu_{\text{ทว ประเมิน}} > 0$

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณทุกด้าน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ ๓ จึงต้องยอมรับสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ $\mu_{\text{ทว จำ}} = 0$, $\mu_{\text{ทว ตีความ}} = 0$, $\mu_{\text{ทว อนุมาน}} = 0$, $\mu_{\text{ทว สรุปความ}} = 0$ และ $\mu_{\text{ทว ประเมิน}} = 0$

สมมติฐานข้อ ๓. การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ซึ่งทดสอบก่อนทำการสอนและหลังทำการสอน โดยใช้สถิติ t-dependent

✓ ๑. เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อทดสอบก่อนและหลังการสอน

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ

H_0 : ๑. μ_{Ex} (ก่อนสอน) = μ_{Ex} (หลังสอน)

: ๒. μ_{con} (ก่อนสอน) = μ_{con} (หลังสอน)

คือทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จะไม่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการสอน

สมมติฐานการวิจัย

H_1 : ๑. μ_{Ex} (ก่อนสอน) < μ_{Ex} (หลังสอน)

๒. μ_{con} (ก่อนสอน) < μ_{con} (หลังสอน)

คือทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมนาจะมีพัฒนาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว

ตาราง ๗ แสดงพัฒนาการทางด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนสอนและหลังสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	$S_{\bar{D}}$	t
กลุ่มทดลอง	126	25.2222	3.6633	6.8850***
กลุ่มควบคุม	126	6.1666	1.3346	4.6205***

*** ค่า t มีนัยสำคัญที่ .๐๐๑

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๗ พบว่า ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการทางทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญดังกล่าว และสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย

๒. เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเมื่อทดสอบก่อนและหลังการสอน

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ

H_0 : ๑. μ_1 สจ.(ก่อนสอน) = μ_2 สจ.(หลังสอน)

๒. μ_3 สส.(ก่อนสอน) = μ_4 สส.(หลังสอน)

๓. μ_5 สอ.(ก่อนสอน) = μ_6 สอ.(หลังสอน)

๔. μ_7 สท.(ก่อนสอน) = μ_8 สท.(หลังสอน)

๕. μ_9 สค.(ก่อนสอน) = μ_{10} สค.(หลังสอน)

คือ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ, คุณภาพทางการสังเกต, คุณภาพทางการอธิบาย, คุณภาพทางทำนายและสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จะไม่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการสอนแล้ว

สมมติฐานการวิจัย

H_1 : ๑. μ สจ.(ก่อนสอน) < μ สจ.(หลังสอน)

๒. μ สส.(ก่อนสอน) < μ สส.(หลังสอน)

๓. μ สอ.(ก่อนสอน) < μ สอ.(หลังสอน)

๔. μ สท.(ก่อนสอน) < μ สท.(หลังสอน)

๕. μ สค.(ก่อนสอน) < μ สค.(หลังสอน)

คือ การคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ, คุณภาพทางการสังเกต, คุณภาพทางการอธิบาย, คุณภาพทางทำนายและสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม น่าจะมีพัฒนาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว

ตาราง ๘ แสดงพัฒนาการทางด้านการคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ(ปริมาณ) และคะแนนคุณภาพ (๔ ชนิด) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน

กลุ่มตัวอย่าง		N	$\bar{D}$	$S_{\bar{D}}$	t
สจ	กลุ่มทดลอง	126	65.96032	5.1434	12.7056***
	กลุ่มควบคุม	126	29.5000	2.5600	11.5230***
สส	กลุ่มทดลอง	126	26.9603	1.7016	15.8436***
	กลุ่มควบคุม	126	5.5952	1.4117	3.9633***
สอ	กลุ่มทดลอง	126	25.5079	1.3084	19.4943***
	กลุ่มควบคุม	126	16.0317	1.5559	10.3038***
สท	กลุ่มทดลอง	126	12.9206	.6716	19.6039***
	กลุ่มควบคุม	126	5.0079	.7026	7.1272***
สค	กลุ่มทดลอง	126	8.5714	.4119	20.8085***
	กลุ่มควบคุม	126	2.8650	.4030	7.1088***

*** ค่า t มีนัยสำคัญที่ .๐๐๑

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง ๘ พบว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีสัมฤทธิทางการคิดแบบสืบสวนสอบสวนไม่ว่าจะคิดด้านปริมาณหรือคุณภาพสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และต้องปฏิเสธสมมติไร้นัยสำคัญทุกประการ

๓. เปรียบเทียบกะแนนจากแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและหลังการสอน

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ

H_0 : ๑. μ ว จำ (ก่อนสอน) = μ ว จำ (หลังสอน)

๒. μ ว ตีความ(ก่อนสอน) = μ ว ตีความ(หลังสอน)

๓. μ ว อนุมาน(ก่อนสอน) = μ ว อนุมาน(หลังสอน)

๔. μ ว สรุปความ(ก่อนสอน) = μ ว สรุปความ(หลังสอน)

๕. μ ว ประเมิน(ก่อนสอน) = μ ว ประเมิน(หลังสอน)

คือ การคิดวิจารณญาณ เมื่อคิดคะแนนแต่ละฉบับได้แก่ ฉบับความจำ, ตีความ การอนุมาน การสรุปความ และการประเมินของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จะไม่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการสอนแล้ว

สมมติฐานการวิจัย

H_1 : ๑. μ ว จำ (ก่อนสอน) < μ ว จำ (หลังสอน)

๒. μ ว ตีความ(ก่อนสอน) < μ ว ตีกวาม(หลังสอน)

๓. μ ว อนุมาน(ก่อนสอน) < μ ว อนุมาน(หลังสอน)

๔. μ ว สรุปความ(ก่อนสอน) < μ ว สรุปกวาม(หลังสอน)

๕. μ ว ประเมิน(ก่อนสอน) < μ ว ประเมิน(ก่อนสอน)

คือ การคิดวิจารณญาณเมื่อคิดคะแนนแต่ละฉบับได้แก่ ฉบับความจำ, ตีความ การอนุมาน การสรุปความ และการประเมินของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม น่าจะมีพัฒนาสูงขึ้นหลังจากได้รับการสอนแล้ว

ตาราง ๙ แสดงพัฒนาการด้านการคิดวิจารณญาณเมื่อคิดคะแนนแต่ละฉบับ (๕ ฉบับ) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อทดสอบก่อนและหลังสอน

	กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	$S_{\bar{D}}$	t
ว จำ	กลุ่มทดลอง	42	2.7857	.3409	8.1716***
	กลุ่มควบคุม	42	1.9523	.2562	7.6164***
ว ตีความ	กลุ่มทดลอง	42	2.5714	.34520	7.4490***
	กลุ่มควบคุม	42	1.4761	.5165	2.8465**
ว อนุมาน	กลุ่มทดลอง	42	1.5000	.4181	3.5868***
	กลุ่มควบคุม	42	1.2857	.2525	5.0907***
ว สรุปความ	กลุ่มทดลอง	42	3.0000	.4750	6.3158***
	กลุ่มควบคุม	42	.5000	.2802	1.7844
ว ประเมิน	กลุ่มทดลอง	42	3.7142	.5197	7.1468***
	กลุ่มควบคุม	42	.6190	.2540	2.4367*

* ค่า t มีนัยสำคัญที่ .๐๕ ** ค่า t มีนัยสำคัญที่ .๐๑ *** ค่า t มีนัยสำคัญที่ .๐๐๑

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ๙ พบว่า

๑. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีพัฒนาการทางการคิดวิจารณญาณด้านความจำสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ μ ว จำ(ก่อนสอน) = μ ว จำ(หลังสอน) และสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ μ ว จำ(ก่อนสอน) < μ ว จำ(หลังสอน)

๒. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีพัฒนาการทางการคิดวิจารณญาณด้านการตีความสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๐๑ และ .๐๑ ตามลำดับ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ μ ว ตีความ(ก่อนสอน) = μ ว ตีความ(หลังสอน) และสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ μ ว ตีความ(ก่อนสอน) < μ ว ตีความ(หลังสอน)

๓. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีพัฒนาการทางการคิดวิจารณญาณด้านการอนุมานสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ μ ว อนุมาน(ก่อนสอน) < μ ว อนุมาน(หลังสอน) จึงต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัย

สำคัญ คือ μ ว อนุมาน(ก่อนสอน) = μ ว อนุมาน(หลังสอน)

๔. กลุ่มทดลอง มีพัฒนาการทางการคิดวิจารณญาณด้านการสรุปความสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ μ ว สรุปความ(ก่อนสอน) < μ ว สรุปความ(หลังสอน) ต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ μ ว สรุปความ(ก่อนสอน) = μ ว สรุปความ(หลังสอน) กลุ่มควบคุมมีการคิดวิจารณญาณด้านการสรุปความเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องยอมรับสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ μ ว สรุปความ(ก่อนสอน) = μ ว สรุปความ(หลังสอน) ซึ่งค้านกับสมมติฐานการวิจัย

๕. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการทางการคิดวิจารณญาณด้านการประเมินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับหลังจากการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ μ ว ประเมิน(ก่อนสอน) < μ ว ประเมิน(หลังสอน) จึงต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ

μ ว ประเมิน(ก่อนสอน) = μ ว ประเมิน(หลังสอน)

๔. <u>เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และผลของการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณ</u> ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

๑. การเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีสอนเป็นตัวแปรอิสระ เพื่อให้ทราบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของทั้ง ๒ กลุ่ม แตกต่างกันหรือไม่ เมื่อแต่ละกลุ่มทำการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน โดยตั้งสมมติฐานข้อ ๑๐ ไว้ดังนี้

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ

$H_0 : \mu_{Ex} = \mu_{con}$ คือนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Ex) และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป (Con) มีคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว

สมมติฐานการวิจัย H_1 : $\mu_{Ex} > \mu_{con}$ คือนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน น่าจะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว

ตาราง ๑๐ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS_x	SS_y	SP.	SS_y'	df	MS_y'	F
Treatment (A)	1666.286	12194.480	-4507.714	15762.584	1	15762.584	35.500**
Within (W)	122060.127	79513.183	47767.016	60820.037	249	444.257	
Total (T)	123726.413	91707.663	43259.302	76582.621	250		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

จากตาราง ๑๐ ค่า F แสดงให้เห็นว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า หาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วแต่ละกลุ่ม ซึ่งได้ผลดังนี้

$\bar{Y}'_{Ex}$ = 292.577

$\bar{Y}'_{con}$ = 276.653

ค่าสถิติที่แสดงนี้ ชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ $\mu_{Ex} > \mu_{con}$ และปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ $\mu_{Ex} = \mu_{con}$

๒. การเปรียบเทียบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีสอนเป็นตัวแปรอิสระ เพื่อให้ทราบคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนปริมาณและคุณภาพด้านต่าง ๆ ของทั้งสองกลุ่มว่าแตกต่างกันหรือไม่ เมื่อแต่ละกลุ่มทำการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน โดยตั้งสมมติฐานข้อ ๑๑ ไว้ดังนี้

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Ex) และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป (Con) มีคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนด้านจำนวนข้อ หรือปริมาณไม่แตกต่างกันหลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว คือ

$$H_0 : \mu_{Ex} = \mu_{con}$$

สมมติฐานการวิจัย : นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน น่าจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากได้รับการสอนแล้ว คือ

$$H_1 : \mu_{Ex} > \mu_{con}$$

ตารางที่ ๑๑ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนน ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อหรือปริมาณของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS_x	SS_y	SP	$SS_{y'}$	df	$MS_{y'}$	F
Treatment(A)	15447.337	227700.893	59307.440	15667.337	1	15667.337	23.944**
Within (W)	105471.627	199338.770	63913.048	16060.135	249	645.017	
Total (T)	120918.964	427039.663	123220.488	31727.472	250		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

จากตาราง ๑๑ ค่า F แสดงให้เห็นว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า หาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว แต่ละกลุ่มซึ่งได้ผลดังนี้

$$\bar{Y}'_{Ex} = 149.708$$
$$\bar{Y}_{con} = 99.062$$

ค่าสถิตินี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดด้านปริมาณหรือจำนวนข้อ มากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ผลการวิจัยนี้จึงต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ (H_0)

และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_1)

ตาราง ๑๒ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการสังเกตของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS_x	SS_y	SP	$SS_{y'}$	df	$MS_{y'}$	F
Treatment(A)	4749.349	56880.143	16436.048	4859.349	1	4859.349	19.032**
Within (W)	66862.254	80119.571	34686.333	62125.238	249	249.499	
Total (T)	71611.603	136999.714	51122.381	66984.587	250		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

จากตาราง ๑๒ ค่า F แสดงให้เห็นว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า หาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วแต่ละกลุ่ม ซึ่งได้ผลดังนี้

$$\overline{Y}_{Ex} = 59.013$$

$$\overline{Y}_{con} = 33.463$$

ค่าสถิตินี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการสังเกต มากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ผลการวิจัยนี้จึงยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_1) และต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ (H_0)

ตาราง ๑๓ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการอธิบายของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS_x	SS_y	SP	$SS_{y'}$	df	$MS_{y'}$	F
Treatment(A)	2298.099	15166.766	5903.790	2499.099	1	2499.099	10.810**
Within (W)	28197.754	63679.341	13135.865	57560.026	249	231.165	
Total (T)	30495.853	78846.107	19039.655	60059.125	250		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

จากตาราง ๑๓ ค่า F แสดงให้เห็นว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า หาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว แต่ละกลุ่มซึ่งได้ผลดังนี้

$$\bar{Y}'_{Ex} = 57.414$$

$$\bar{Y}'_{con} = 44.705$$

ค่าสถิตินี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการอธิบายมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ผลการวิจัยนี้จึงต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ (H_0) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_1)

ตาราง ๑๔ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการทำนายของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS_x	SS_y	SP	$SS_{y'}$	df	$MS_{y'}$	F
Treatment(A)	4.587	4218.099	139.103	414.279	1	414.279	11.391**
Within (W)	7292.825	9557.563	1914.095	9055.185	249	36.366	
Total (T)	7279.413	13775.663	2053.198	9469.464	250		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

จากตาราง ๑๔ ค่า F แสดงให้เห็นว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า หาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว แต่ละกลุ่มซึ่งได้ผลดังนี้

$$\overline{Y}'_{Ex} = 18.886$$

$$\overline{Y}_{con} = 10.773$$

ค่าสถิตินี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการทำนายมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ผลการวิจัยนี้จึงต้องปฏิเสธสมมติฐานที่มีนัยสำคัญ(H_0) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_1)

ตาราง ๑๕ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS_x	SS_y	SP	SS_y	df	MS_y	F
Treatment(A)	28.000	2558.766	267.607	365.589	1	365.589	19.8[illegible]
Within (W)	3330.603	5577.468	1818.254	4584.842	249	18.413	
Total (T)	3358.603	8136.234	2085.921	4950.431	250		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

จากตาราง ๑๕ ค่า F แสดงให้เห็นว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า หาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว แต่ละกลุ่มซึ่งได้ผลดังนี้

$$\overline{Y}'_{Ex} = 15.263$$

$$\overline{Y}_{con} = 9.253$$

ค่าสถิตินี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีความคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการสร้างสรรค์ได้มากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ผลการวิจัยนี้จึงต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ (H_0) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย (H_1)

๓. การเปรียบเทียบความคิดวิจารณญาณ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีสอนเป็นตัวแปรอิสระ เพื่อให้ทราบคะแนนความคิดวิจารณญาณด้านต่าง ๆ ของทั้งสองกลุ่มว่าแตกต่างกันหรือไม่ เมื่อแต่ละกลุ่มทำการทดสอบก่อนและหลังสอน โดยได้ตั้งสมมติฐานข้อ ๑๒ ไว้ดังนี้

สมมติฐานไร้นัยสำคัญ : นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป มีคะแนนความคิดวิจารณญาณไม่แตกต่างกันหลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว ซึ่งเขียนดังนี้

H_0 : ๑ $\bar{X}$ ว จำ (ทดลอง) = $\bar{X}$ ว จำ (ควบคุม)

๒ $\bar{X}$ ว ตีความ(ทดลอง) = $\bar{X}$ ว ตีความ(ควบคุม)

๓ $\bar{X}$ ว อนุมาน(ทดลอง) = $\bar{X}$ ว อนุมาน(ควบคุม)

๔ $\bar{X}$ ว สรุปความ(ทดลอง) = $\bar{X}$ ว สรุปความ(ควบคุม)

๕ $\bar{X}$ ว ประเมิน (ทดลอง) = $\bar{X}$ ว ประเมิน(ควบคุม)

สมมติฐานการวิจัย : นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนน่าจะมีความคิดวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยที่ระดับ .๐๕ หลังจากที่ได้รับการสอนแล้ว ซึ่งเขียนดังนี้

H_1 : ๑ $\bar{X}$ ว จำ (ทดลอง) > $\bar{X}$ ว จำ (ควบคุม)

๒ $\bar{X}$ ว ตีความ(ทดลอง) > $\bar{X}$ ว ตีความ(ควบคุม)

๓ $\bar{X}$ ว อนุมาน(ทดลอง) > $\bar{X}$ ว อนุมาน(ควบคุม)

๔ $\bar{X}$ ว สรุปความ(ทดลอง) > $\bar{X}$ ว สรุปความ(ควบคุม)

๕ $\bar{X}$ ว ประเมิน(ทดลอง) > $\bar{X}$ ว ประเมิน (ควบคุม)

ตาราง ๑๖ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดวิจารณญาณ ด้านความจำของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS_x	SS_y	SP	$SS_{y'}$	df	$MS_{y'}$	F
Treatment(A)	5.250	37.533	14.000	26.991	1	26.991	12.489**
Within (W)	384.310	231.667	147.500	175.055	81	2.161	
Total (T)	389.560	269.000	161.500	202.047	82		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .๐๑

จากตาราง ๑๖ ค่า F แสดงให้เห็นว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า หาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วแต่ละกลุ่ม ซึ่งได้ผลดังนี้

$$\bar{Y}'_{Ex} = 15.071$$

$$\bar{Y}'_{con} = 13.929$$

ค่าสถิตินี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีความคิดวิจารณญาณด้านความจำมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ผลการวิจัยนี้จึงต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญคือ μ_1 ว จำ(ทดลอง) = μ_2 ว จำ(ควบคุม) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย คือ μ_1 ว จำ(ทดลอง) $>$ μ_2 ว จำ (ควบคุม)

ตาราง ๑๗ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดวิจารณญาณ ด้านการตีความของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS_x	SS_y	SP	$SS_{y'}$	df	$MS_{y'}$	F
Treatment(A)	2.012	12.964	5.107	14.786	1	14.786	2.349
Within (W)	262.024	518.595	47.929	509.829	81	6.294	
Total (T)	264.036	531.560	42.821	524.615	82		

จากตาราง ๑๗ ค่า F แสดงให้เห็นว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญได้ คือ

μ ว ตีความ(ทดลอง) = μ ว ตีความ(ควบคุม)

ค่าสถิตินี้แสดงว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน-และแบบทั่วไป มีความคิดวิจารณญาณด้านการตีความพอ ๆ กัน ผลการวิจัยนี้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ μ_1 ว ตีความ(ทดลอง) > μ_2 ว ตีความ(ควบคุม)

ตาราง ๑๘ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดวิจารณญาณด้านการอนุมานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS_x	SS_y	SP	$SS_{y'}$	df	$MS_{y'}$	F
Treatment(A)	14.583	23.040	16.333	15.710	1	15.710	5.383*
Within (W)	283.452	246.952	54.667	236.410	81	2.919	
Total (T)	298.036	270.000	73.000	252.120	82		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .๐๕

จากตาราง ๑๘ ค่า F แสดงให้เห็นว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบกุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า หาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว แต่ละกลุ่มซึ่งได้ผลดังนี้

$\bar{Y}_{Ex} = 6.444$

$\bar{Y}_{con} = 5.556$

ค่าสถิตินี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความคิดวิจารณญาณด้านการอนุมานมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ผลการวิจัยนี้จึงต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ

μ_1 ว อนุมาน(ทดลอง) = μ_2 ว อนุมาน(ควบคุม) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย คือ μ_1 ว อนุมาน(ทดลอง) > μ_2 ว อนุมาน(ควบกุม)

ตาราง ๑๙ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความคิดวิจารณญาณด้านการสรุปความของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS_x	SS_y	SP	$SS_{y'}$	df	$MS_{y'}$	F
Treatment(A)	23.048	44.298	-31.952	49.452	1	49.452	19.613**
Within (W)	426.619	210.119	50.119	204.231	81	2.521	
Total (T)	449.667	254.417	18.167	253.683	๘2		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .๐๑

จากตาราง ๑๙ ค่า F แสดงให้เห็นว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า หาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วแต่ละกลุ่มซึ่งได้ผลดังนี้

$$\overline{Y}_{Ex} = 12.704$$

$$\overline{Y}_{con} = 11.129$$

ค่าสถิตินี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความคิดวิจารณญาณด้านการสรุปความมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ผลการวิจัยนี้จึงต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ

μ ว สรุปความ(ทดลอง) = μ ว สรุปความ(ควบคุม) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย คือ μ ว สรุปความ(ทดลอง) > μ ว สรุปความ(ควบคุม)

ตาราง ๒๐ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ของคะแนนความคิดวิจารณญาณด้านการประเมินของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Source of Variation	SS_x	SS_y	SP	$SS_{y'}$	df	$MS_{y'}$	F
Treatment(A)	26.298	82.012	-46.440	79.163	1	79.163	22.276**
Within (W)	326.690	288.310	12.262	287.849	81	3.554	
Total (T)	352.988	370.321	-34.179	367.012	82		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .๐๑

จากตาราง ๒๐ ค่า F แสดงให้เห็นว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า หาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วแต่ละกลุ่มซึ่งได้ผลดังนี้

$$\bar{Y}'_{Ex} = 11.830$$

$$\bar{Y}'_{con} = 9.813$$

ค่าสถิตินี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความคิดวิจารณญาณด้านการประเมินมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ผลการวิจัยนี้จึงต้องปฏิเสธสมมติฐานไร้นัยสำคัญ คือ

μ ว ประเมิน(ทดลอง) = μ ว ประเมิน(ควบคุม) และยอมรับสมมติฐานการวิจัย คือ μ ว ประเมิน(ทดลอง) > μ ว ประเมิน(ควบคุม)

๕. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งแสดงความคิดเห็นต่อการเรียน การสอนแบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตาราง ๒๑ แสดงความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียน การสอนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวน จากการสัมภาษณ์นักเรียน (นักเรียน ๒๕ คน) ในระหว่างที่ทำการทดลองสอน

	การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบสวนสอบสวนนักเรียนให้ความเห็นว่า	ความถี่	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
๑	การสอนดี	๑๑	๔๔.๐๐
๒	ชอบเรียน	๑๘	๖๒.๐๐
๓	มีความเข้าใจดี	๑๒	๔๘.๐๐
๔	น่าตื่นเต้น	๑๐	๔๐.๐๐
๕	สนุกสนานดี	๑๓	๕๒.๐๔
๖	ไม่ต้องท่องหนังสือมาก จำง่าย	๑๐	๔๐.๐๐
๗	ชอบการทดลองด้วยตนเองมากกว่าการสาธิตของครูเพียงคนเดียว	๑๑	๔๘.๐๐
๘	ต้องการทดลองเป็นกลุ่มย่อย ๆ	๖	๒๔.๐๐
๙	จดบันทึกเองไม่ค่อยได้	๕	๒๐.๐๐
๑๐	จับใจความสำคัญในการเรียนไม่ค่อยได้	๖	๒๔.๐๐
๑๑	อยากให้มีการเรียนด้วยวิธีนี้ตลอดไป	๑๕	๖๐.๐๐
๑๒	ชอบการที่ตั้งคำถามและหาเหตุผลเองมากกว่าการที่ครูตอบปัญหาให้โดยตรง	๙	๓๖.๐๐
๑๓	บางครั้งอยากถาม แต่ไม่กล้าถาม	๑๒	๔๘.๐๐
๑๔	มีความวิตกกังวลว่าไม่รู้จะเตรียมตัวสอบอย่างไร เพราะมีแต่การถาม	๗	๒๘.๐๐
๑๕	มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นมาก	๑๗	๖๘.๐๐
๑๖	มีปัญหาในการทำงานร่วมกลุ่มกัน เพราะบางคนไม่สนใจทำการทดลอง	๓	๑๒.๐๐
๑๗	ได้รับความรู้กว้างขวาง	๑๐	๔๐.๐๐

	การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบสวนสอบสวนนักเรียนให้ความเห็นว่า	ความถี่	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
๑๘	ถ้ามีการสรุปบทเรียนทุกครั้งจะเข้าใจดี	๑๕	๖๐.๐๐
๑๙	ถ้ามีเวลาพิเศษเรียน จะช่วยให้เข้าใจและศึกษาการทดลองได้อย่างใกล้ชิด	๑๖	๖๔.๐๐
๒๐	การเรียนวิธีนี้น่าเบื่อ	๔	๑๖.๐๐
๒๑	เวลาครูไม่ตอบตรง ๆ ไม่รู้ว่าจะหาความรู้ได้อย่างใด	๑๗	๖๘.๐๐
๒๒	ตอนเริ่มเรียนรู้สึกยากมาก	๒๒	๘๘.๐๐
๒๓	มีการบ้านให้คิดมาก(ตลอดเวลา)	๑๑	๔๔.๐๐
๒๔	ครั้งแรกไม่ชอบ แต่เมื่อชินแล้วอยากให้มีการเรียนตลอดไป	๑๔	๕๖.๐๐

ตาราง ๒๒ แสดงความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียน การสอนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวน จากการเขียนบรรยายความรู้สึกของนักเรียนในระหว่างที่ทำการทดลองสอน(นักเรียน ๖๕ คน)

	การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบสวนสอบสวนนักเรียนให้ความเห็นว่า	ความถี่	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
๑	ผู้สอนเป็นกันเองกับนักเรียน	๓	๔.๕๔
๒	สอนดี	๑๘	๒๗.๔๔
๓	ให้อิสระแก่นักเรียนมากเกินไป ซึ่งบางคนไม่สนใจ ทำความรำคาญให้ผู้อื่น	๓	๔.๕๔
๔	บางครั้งมีการถามง่าย ๆ สิ่งที่รู้แล้วจึงเบื่อ	๑	๑.๕๓
๕	ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน	๔	๖.๑๒
๖	บางครั้งอธิบายไม่กระจ่าง โดยให้นักเรียนคิดเองเสมอ	๒	๓.๐๖
๗	บางครั้งขัดแย้งคำตอบของนักเรียน จนทำให้ไขว้เขว	๕	๗.๖๕
๘	ไม่ชอบการที่ผู้สอนไม่ตอบคำถามนักเรียนโดยตรง ทำให้ไม่อยากถามต่อ	๒๒	๓๓.๖๖
๙	ชอบการทดลองเองมากกว่าการสาธิตของครู	๑๐	๑๕.๓๐
๑๐	อยากให้มีการให้มีการทดลองทุกชั่วโมง	๒๐	๓๐.๖๐
๑๑	ทำให้นักเรียนกระตือรือล้นในการเรียน	๓	๔.๕๔
๑๒	สอนอย่างรีบเร่ง จนบางครั้งตามไม่ทันและคิดท้อถอย	๖	๙.๑๘
๑๓	จดบันทึกเองไม่ค่อยได้	๙	๑๓.๗๗
๑๔	เวลาทดลองมีน้อย ถ้าเพิ่มเวลามากกว่านี้จะเข้าใจดีขึ้น	๑๙	๒๙.๐๗
๑๕	จับใจความสำคัญในการเรียนไม่ค่อยได้	๘	๑๒.๒๔
๑๖	ไม่ทราบว่าจะถามอย่างไร	๑๒	๑๘.๔๖

	การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบสวนสอบสวนนักเรียนให้ความเห็นว่า	ความถี่	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
๑๗	มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นมาก	๑๗	๒๖.๐๑
๑๘	มีความวิตกกังวลในเรื่องการเตรียมตัวสอบ	๘	๑๒.๒๔
๑๙	วิธีนี้ดีกว่าการบอกจด	๑๓	๑๙.๘๙
๒๐	ถ้านักเรียนชินต่อการสอนแล้ว จะรู้สึกเข้าใจดี และไม่ยาก	๑๔	๒๑.๔๒
๒๑	ควรจะบอกเนื้อหาในบทเรียนให้บ้าง	๒	๓.๐๖
๒๒	การเรียนคำนวณเข้าใจยาก	๑๕	๒๒.๙๖
๒๓	การแบ่งกลุ่มทำงาน ทำให้บางคนไม่ทำ	๔	๖.๑๒
๒๔	ชอบการสอนแบบเก่า แต่ให้มีการทดลองมาก ๆ แต่ไม่ชอบการตั้งคำถาม	๑	๑.๕๓
๒๕	มีงานให้ค้นคว้ามาก ไม่มีเวลาทำ	๑๒	๑๘.๓๖
๒๖	ฝึกให้นักเรียนช่างสังเกตและซักถามมากขึ้น	๗	๑๐.๗๑
๒๗	บางครั้งผู้สอนไม่ยิ้มแย้ม ทำให้ไม่อยากเรียน	๒	๓.๐๖
๒๘	ชอบเรียน	๒๐	๓๐.๖๐
๒๙	น่าตื่นเต้นเพราะแต่ละครั้งมีการทดลองใหม่ ๆ	๑๘	๒๗.๕๔
๓๐	ได้ความรู้กว้างขึ้น	๒๒	๓๓.๖๖
๓๑	ไม่ซ้ำซาก	๔	๖.๑๒
๓๒	ไม่ต้องท่องหนังสือมาก จำง่าย	๘	๑๒.๒๔

ตาราง ๒๓ แสดงความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่เสนอแนะเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนต้องการเสนอให้มีการเปลี่ยนแปลงในการเรียน การสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้จากการสัมภาษณ์และการบรรยายความรู้สึกของนักเรียนในระหว่างที่ทำการทดลองสอน (๖๐ คน)

	ข้อเสนอแนะของนักเรียน	ความถี่	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
๑	ให้อิสระในการเรียนมากเกินไป ควรเข้มงวดขึ้นกว่านี้	๑๐	๑๖.๖๐
๒	ควรแบ่งกลุ่มทดลองย่อย ๆ ประมาณ ๑-๓ คน ไม่ควรมากกว่านี้	๒	๓.๓๒
๓	ควรมีอุปกรณ์ในการทดลองมากกว่านี้	๑๕	๒๕.๙๐
๔	ควรให้นักเรียนได้มีโอกาสทดลองโดยทั่วถึงกันเสมอ	๗	๑๑.๖๒
๕	ถ้ามีการสาธิตของครู ควรมีอุปกรณ์ที่ใหญ่พอ	๓	๔.๙๘
๖	ควรเพิ่มเวลาพิเศษเพื่อเรียนและสืบสวนได้ใกล้ชิด	๒๓	๓๘.๑๘
๗	ควรมีเนื้อหาน้อยกว่านี้ จะได้มีเวลาซักถามได้กว้างขวาง	๕	๘.๓๐
๘	ควรมีการเรียนด้วยวิธีนี้ตลอดไป	๑๕	๒๕.๙๐
๙	ควรมีการเรียนด้วยวิธีนี้ในวิชาอื่น ๆ ด้วย	๔	๖.๖๔
๑๐	ครูควรช่วยสรุปบทเรียนแต่ละครั้งด้วย	๑๕	๒๕.๙๐
๑๑	การที่มีครูสอนหลายคน เมื่อแต่ละคนจะสอนควรทบทวนความรู้และอ้างถึงงานที่ได้สั่งไว้ก่อนด้วย	๑๐	๑๖.๖๐
๑๒	ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามกันอย่างทั่วถึง	๑๒	๑๙.๙๒
๑๓	ควรให้เวลาในการทดลองและคิดมากกว่านี้	๙	๑๔.๙๔
๑๔	ต้องการให้ครูเสนอแนะแนวทางในการตอบปัญหาต่าง ๆ โดยตรง	๑๓	๒๑.๕๘
๑๕	ควรลดการบ้านให้น้อยกว่านี้ เพราะทุกวิชามีการบ้านทุกอย่าง	๑๕	๒๕.๙๐
๑๖	ขณะที่ครูสอนควรอ้างถึงในหนังสือเรียนบ้าง นักเรียนจะได้ติดตามไปได้ทันเพื่ออ่านประกอบ	๔	๖.๖๔

ข้อเสนอแนะของนักเรียน	ความถี่	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
๑๗ บางครั้งสีหน้าของครูเคร่งขึม ควรยิ้มให้นักเรียนมีกำลังใจก้วย	๒	๓.๓๒
๑๘ การเรียนเกี่ยวกับคำนวณ ซึ่งเข้าใจยาก ควรให้ตัวอย่างมาก ๆ และให้เวลาอธิบายมากกว่านี้	๑๕	๒๔.๔๐
๑๙ ครูควรให้เวลาแก่นักเรียนนอกเวลาเรียนมาก ๆ เพื่อสอบถามข้อสงสัย	๒๐	๓๓.๒๐
๒๐ ครูควรแนะแนวทางถามคำถาม เพราะไม่รู้จะถามอย่างไร	๑๐	๑๖.๖๐
๒๑ การสอนรีบเร่งมาก ควรช้ากว่านี้	๖	๙.๙๖

บทที่ ๕

สรุป อภิปราย และเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการวิจัย

เพื่อศึกษาบทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ส่งผลต่อพัฒนาการบุคลิกภาพ ด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณ โดยเปรียบเทียบกับการสอนแบบทั่วไปดังต่อไปนี้

๑. ศึกษาความสัมพันธ์ของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณ

๒. เพื่อศึกษาพัฒนาการของการทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณของกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป

๓. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และการสอนแบบทั่วไปว่าจะส่งผลต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณแตกต่างกันหรือไม่เพียงใด

๔. เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณญาณ

๕. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเทียบกับการสอนแบบทั่วไป

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลองครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ต่อเนื่องไปถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ (ปีการศึกษา ๒๕๑๕-๒๕๑๖) จำนวน ๖ ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละจำนวน ๑๓๒ คน รวม ๒๖๔ คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

๑. แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงขึ้น โดยศึกษาแนวของโชติ เพชรชื่น และ K.C Soh (Asian SOLEP, 1972) ไปนำไปทดสอบ และเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกดี และใช้เพียง ๖๘ ข้อ (ตามแบบ ๕๕)

๒. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน (ชนิดรูปภาพ) ใช้แบบทดสอบ ซึ่งอรทัย เศรษฐสักโก และบุญลือ ทองอยู่ ได้ร่วมกันสร้าง โดยอาศัยความคิดของชุดแมน จำนวน ๑๐ ภาพ

๓. แบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ ผู้วิจัยได้ดัดแปลงบ้างบางฉบับจากของทิพา เพชรดี ซึ่งสร้างตามแนวของ The Watson Glasser Critical Thinking Test ประกอบด้วยแบบทดสอบ ๕ ฉบับ-

ก. แบบทดสอบความจำ

ข. แบบทดสอบการตีความ

ค. แบบทดสอบการอนุมาน

ง. แบบทดสอบสรุปความ

จ. แบบทดสอบการประเมิน

ผู้วิจัยได้นำไปทดสอบ และเลือกไว้เฉพาะข้อที่มีอำนาจจำแนกดี จำนวน ๗๔ ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลจากการทดสอบทั้ง ๓ ประเภท มาวิเคราะห์เพื่อหาสิ่งต่อไปนี้

๑. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

- คะแนนเฉลี่ย (Mean)

- ความแปรปรวน (Variance)

๒. หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้ Product Moment Correlation

๓. ใช้ t-test แบบ dependent ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ระหว่างคะแนนการสอบครั้งแรกและคะแนนการสอบครั้งหลัง

๔. เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและผลการสอนแบบทั่วไป ที่มีต่อตัวแปรทั้ง ๓ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

๑. จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนและคะแนนความคิดวิจารณญาณ สรุปผลได้ดังนี้

๑.๑ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ(ปริมาณ) และคุณภาพ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นคุณภาพด้านการสร้างสรรค์ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๑.๒ การคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ (ปริมาณ) และคุณภาพด้านต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ ความคิดวิจารณญาณทุกด้าน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๑.๓ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณทุกด้าน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๒. จากการเปรียบเทียบคะแนนจากของตัวแปรต่าง ๆ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งทดสอบก่อนทำการสอนและหลังทำการสอน สรุปผลได้ดังนี้

๒.๑ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป มีพัฒนาการทางทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว

๒.๒ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป มีพัฒนาการทางการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งคิดคะแนนด้านปริมาณและคุณภาพสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว

๒.๓ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีพัฒนาการทางการคิดแบบวิจารณญาณทั้งด้านความจำ, การตีความ, การอนุมาน, การสรุปความ และการประเมินสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป มีพัฒนาการทางการคิดวิจารณญาณด้านความจำ และการอนุมานสูงขึ้นอย่างมีนัย

สำคัญที่ระดับ .๐๐๑ สำหรับด้านการตีความสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ และด้านการประเมินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๕ ส่วนด้านการสรุปความมีพัฒนาการของคะแนนสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๓. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) เพื่อเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและผลการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อตัวแปรต่าง ๆ สรุปผลได้ดังนี้

๓.๑ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว

๓.๒ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนไม่ว่าจะคิดคะแนนด้านปริมาณ และคุณภาพด้านต่าง ๆ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว

๓.๓ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความคิดวิจารณญาณด้านความจำ ด้านสรุปความ และการประเมินสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ สำหรับด้านการอนุมานนั้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และด้านการตีความนั้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

<u>อภิปรายผล</u>

การศึกษาทดลองครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และการสอนแบบเดิมที่มีผลต่อทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณ จะอภิปรายผลต่อไปดังนี้

เกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ พบว่า

๑. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดแบบสืบสวนสอบสวน แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นกับความคิดแบบสืบสวนสอบสวนเมื่อคิดคะแนนคุณภาพทางการสร้างสรรค์ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ นับว่าสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยเกี่ยง

ประการเดียว ผลวิจัยนี้ส่วนใหญ่สอดคล้องกับผลการวิจัยของหนู ประธาน (หนู ประธาน, ๒๕๑๖ : ๑๒๖ - ๑๓๒) ซึ่งสรุปผลการวิจัยว่า การคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์ทางบวกกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะว่า เด็กนักเรียนโดยทั่วไปไม่ได้รับการฝึกให้รู้จักขบวนการเรียนการสอนด้านการสังเกตอย่างละเอียด ตลอดจนฝึกให้มีเหตุผล ฝึกการสืบค้นเพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเองจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดในห้องเรียน แต่มุ่งเน้นให้เรียนตามที่ครูจะเป็นผู้กำหนดและบอกให้ นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น ซักถามข้อสงสัยต่าง ๆ ซึ่งนับว่านักเรียนไม่ค่อยได้รับการฝึกให้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เท่าไรนัก นอกจากนั้นข้อทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อาจจะครอบคลุมองค์ประกอบต่าง ๆ ของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่หมด เช่น ด้านการมีเหตุผล การมีความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ เป็นต้น จึงทำให้ผลที่ได้สัมพันธ์กันไม่เด่นชัดนัก แต่สำหรับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถทางสร้างสรรค์ของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนนั้น อาจจะเป็นได้ที่ความคิดทันการสร้างสรรค์นั้นต้องอาศัยความคิดหลายแง่หลายมุม และผู้ที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูง มักมีเหตุผลในการทำงานตลอดเวลา ตลอดจนมีการตัดสินใจและไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ซึ่งน่าจะเป็นผู้นำทางความคิดและทางการสร้างสรรค์ความเจริญทางวิทยาศาสตร์ จึงอาจทำให้มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างเด่นชัด

๒. การคิดแบบสืบสวนสอบสวน เมื่อคิดคะแนนจำนวนข้อ (ปริมาณ) และคุณภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณทุกด้านอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของทิพา เพชรดี (ทิพา เพชรดี, ๒๕๑๕ : ๑๑๐) ที่ผลเป็นเช่นนี้อาจจะเป็นไปได้ที่นักเรียนโดยทั่วไปแล้วไม่ได้รับการฝึกหรือส่งเสริมให้ใช้ความคิดพิจารณาด้วยเหตุผล ตลอดจนการซักถามเพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเองเลย ฉะนั้นนักเรียนจึงขาดความสามารถในการตัดสินใจ สรุปความ หรือการประเมินผลต่าง ๆ ไปประกอบกับการคิดแบบสืบสวนสอบสวนต้องคิดทุกด้านหลายแง่หลายมุม จึงอาจทำให้ความสามารถตัดสินใจลงสรุปความต่าง ๆ ช้า และไม่มั่นใจ เป็นเหตุให้ได้คะแนนความคิดวิจารณญาณไม่ได้สูงนัก แต่อย่างไรก็ตาม หลังจากการสอนแล้วพบว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนช่วยพัฒนาให้มีความคิด

แบบสืบสวนสอบสวนและความคิดวิจารณญาณไปในทางเดียวกันมากขึ้น ซึ่งดูผลจากตาราง ๒๔ ซึ่งเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์ ซึ่งหาจากคะแนนการสอบครั้งแรก และการสอบครั้งหลัง ปรากฏว่ามีค่าสหสัมพันธ์สูงขึ้นจากเดิมเป็นส่วนมาก

๓. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณทุกด้านอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ น่าจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดวิจารณญาณทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะความคิดวิจารณญาณเป็นขบวนการคิด ใช้ความสามารถในการใช้เหตุผล ตลอดจนหาได้ว่าข้อตกลงเบื้องต้นที่อยู่เบื้องหลังการสรุปคืออะไร สำหรับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นที่พบอยู่โดยทั่วไป ที่นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์โดยปราศจากการปลูกฝังทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง นักเรียนจึงยังคงมีความคิดความเชื่อที่ขาดการพิจารณาเหตุผลอย่างแท้จริง จึงทำให้คะแนนของความคิดวิจารณญาณดังกล่าวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่สัมพันธ์เท่าที่คาดไว้ แต่อย่างไรก็ตาม จากตาราง ๒๔ ปรากฏว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีส่วนพัฒนาให้นักเรียนมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณญาณไปในทางเดียวกันมากขึ้น

ตาราง ๒๔ เปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์ของทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความคิดวิจารณญาณก่อนได้รับการสอนและหลังได้รับการสอน

	ท.	สจ	สส	สอ	สท	สค	ว จำ	วตีความ	วอนุมาน	วสรุป	วประเมิน
ท		.1119 .3011	.0112 .2308	.1502 .1441	.0423 .3759	.2089 .2904	.0950 .0730	.0466 .0548	.0351 .1235	.0476 .1238	.0594 .1860
สจ		—	.7932 .8351	.5507 .7571	.2716 .6391	.2773 .6149	.0547 .2573	.0084 .0936	.0165 .1565	.1340 .2559	.0129 .3064
สส			—	.0202 .3351	.0298 .3656	.1250 .4154	.0454 .2256	.0050 .1336	.0142 .1240	.0659 .2066	.0448 .2884
สอ				—	.1061 .4565	.0416 .3955	.0444 .1625	.0101 .0141	.1037 .0819	.1072 .1591	.1087 .1661
สท					—	.0261 .3936	.0474 .2031	.0489 .0176	.1097 .1558	.1084 .1976	.0436 .2152
สค						—	.0852 .1638	.0321 .0620	.0141 .1645	.0162 .2414	.0212 .2345
ว จำ							—	.2562 .4043	.1738 .0668	.1892 .3377	.0313 .3792
ว ตีความ								—	.3286 .3187	.0846 .5214	.2226 .3184
ว อนุมาน									—	.2015 .2839	.3099 .3192
ว สรุป										—	.1149 .3253
ว ประเมิน											—

หมายเหตุ บรรทัดบน เป็นค่าสหสัมพันธ์ก่อนได้รับการสอน

บรรทัดล่าง เป็นค่าสหสัมพันธ์หลังได้รับการสอน

เกี่ยวกับการเปรียบเทียบกะแนนจากตัวแปรต่าง ๆ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่ทดสอบก่อนทำการสอนและหลังทำการสอน

๑. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป มีพัฒนาการทางทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว อันสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ หนู ประธาน (หนู ประธาน, ๒๕๑๖ : ๑๓๘) ที่ผลเป็นเช่นนี้อาจจะเป็นไปได้ที่การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นมุ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม สนองความอยากรู้อยากเห็น และฝึกขบวนการใช้เหตุผลตลอดเวลาที่มีการสอน ส่วนสำหรับการสอนแบบทั่วไปนั้น นักเรียนกลุ่มนี้อยู่ใกล้ชิดกับกลุ่มทดลองมาก และมีความสนใจต่อการเรียนการสอนในห้องทดลองอยู่เสมอ ในการสอนผู้วิจัยมักให้โอกาสในการคิดแก่นักเรียนบ้างเหมือนกัน จนรู้สึกว่านักเรียนชอบการเรียนมากกว่าเดิม ประกอบกับการเรียนรู้ในแบบทดสอบจึงเป็นผลให้มีพัฒนาการด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย

๒. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป มีพัฒนาทางการคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งคิดคะแนนด้านปริมาณและคุณภาพสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ หลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ หนู ประธาน (หนู ประธาน, ๒๕๑๖ : ๑๓๗ - ๑๓๙), สมศักดิ์ สุนทรสุข (สมศักดิ์ สุนทรสุข, ๒๕๑๕ : ๘๐-๙๐), ยุพา อนันทสิทธิ์ (ยุพา อนันทสิทธิ์, ๒๕๑๕ : ๖๑-๖๕), ทัศนีย์ คุณาวัฒนาวุฒิ (ทัศนีย์ คุณาวัฒนาวุฒิ, ๒๕๑๕ : ๙๐) และบำรุง บุญยงค์ (บำรุง บุญยงค์, ๒๕๑๔) และยังสอดคล้องกับการทดลองของยังส์ (Youngs ; ๑๙๗๐ : ๕๓) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะขบวนการเรียนการสอนนั้นนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้รับการฝึกการคิดโดยตั้งคำถามตามขั้นต่าง ๆ ทั้ง ๔ ขั้น จากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นในชั้นเรียนอยู่เสมอ สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุมนั้น อาจเป็นไปได้ที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการทำแบบทดสอบถึง ๒ ครั้ง นอกจากนั้นนักเรียนกลุ่มควบคุมมีความสนใจในการสอนห้องทดลองเป็นอย่างมากในการทดสอบจึงกระตุ้นให้เกิดการแข่งขันในการทำแบบทดสอบเพื่อแข่งกับกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดแบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนทั้ง ๒ กลุ่ม ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนทั้งคิดด้านปริมาณและคุณภาพ

สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ หลังจากการสอนแล้ว เป็นการแสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสามารถปลูกฝังและส่งเสริมให้เด็กคิดได้ดี วิธีการนี้เด็กได้เรียนด้วยตนเอง โดยแสวงหาความรู้เป็นขบวนการมากขึ้น ขณะที่ทำการทดลองสอนก็พอสังเกตได้ว่านักเรียนมีความกระตือรือล้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบสวนสอบสวนมากยิ่งขึ้น

๓. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีพัฒนาการทางการคิดแบบวิจารณญาณด้านความจำ, การตีความ, การอนุมาน, การสรุปความ และการประเมินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐๑ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป มีพัฒนาการทางการคิดวิจารณญาณด้านความจำ และการอนุมานสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๐๑ การตีความและการประเมินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ และ .๐๕ ตามลำดับ ด้านการสรุปความนั้นสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ยกเว้นกลุ่มควบคุมในการคิดวิจารณญาณด้านการสรุปความเท่านั้น ที่ผลเป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นช่วยพัฒนาความคิดวิจารณญาณให้แก่เด็กด้วย เนื่องจากเป็นวิชาที่ชี้ให้เห็นข้อเท็จจริง เหตุผลสำหรับบางด้านเช่นความจำ นักเรียนโดยทั่วไปนั้นยึดถือในการเรียนอยู่ในทุกวิชาแล้ว จึงเป็นผลให้นักเรียนกลุ่มควบคุม มีความคิดวิจารณญาณส่วนมากสูงขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตาม จากการพิจารณาการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความคิดวิจารณญาณด้านความจำ ด้านการสรุปความและการประเมินสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ สำหรับด้านการอนุมานนั้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และด้านการตีความนั้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่าส่วนใหญ่แล้ว นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มทดลอง (ยกเว้นด้านการตีความ) มีแนวโน้มที่จะยืนยันได้ว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีส่วนพัฒนาการด้านความคิดวิจารณญาณของเด็กได้มากขึ้น

เกี่ยวกับข้อคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียน การสอนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวน จากตารางที่ ๒๑,๒๖ ทำให้ทราบว่า นักเรียนโดยทั่วไปชอบเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน จะเห็นจากการสัมภาษณ์ มีนักเรียนให้ความเห็น ๑๘ คน และจากการบรรยายความรู้สึกถึง ๒๒ คน ซึ่งอาจเป็นจริงที่ขบวนการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้แตกต่างไปจากวิธีการสอนแบบเดิม ที่นักเรียนเคยได้เรียนอยู่ และก็เป็นวิธีใหม่สำหรับเด็ก นักเรียนถึง ๑๙ คนแสดงความคิดเห็นว่า การเรียนแบบสืบสวนสอบสวน นักเรียนได้มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นมาก เมื่อได้สัมภาษณ์นักเรียนอย่างใกล้ชิด ก็มีความคิดเห็นเช่นเดียวกันเป็นส่วนมาก วิธีการสอนนี้นับว่ามีส่วนส่งเสริมความคิดของนักเรียนมากขึ้น ทั้งนี้มิใช่การสอนแบบทั่วไปมิได้ให้เด็กมีส่วนออกความคิดเห็นเลย นักเรียนก็มีส่วนออกความคิดเห็นเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่ว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้นี้เป็นขบวนการสืบหาความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง นักเรียนมีบทบาทร่วมในการเรียนการสอนในชั้นเรียนโดยตรงมีลำดับขั้นของขบวนการโดยให้นักเรียนฝึกหัดใช้คำถามขั้นต่าง ๆ เพื่อเป็นทางไปสู่การค้นพบความรู้และแนวทางต้องทฤษฎีต่าง ๆ อยู่เสมอ อย่างไรก็ตามนักเรียนเคยชินต่อการเรียนแบบทั่วไป ที่ครูเป็นฝ่ายบรรยายเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนจะเรียนรู้ตามแนวที่ครูกำหนดไว้ทั้งหมด เมื่อคราวผู้วิจัยไปทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งเป็นสิ่งใหม่ต่อนักเรียนในลักษณะที่นักเรียนไม่เคยฝึกการใช้กระบวนคิด แล้วต้องมาเรียนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวน ซึ่งอาศัยการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท การคิดโยงความสัมพันธ์ และการคิดแบบสังเคราะห์เป็นต้น รวมทั้งการสร้างสังกัป การใช้ความสามารถในการสรุปความอ้างอิงต่าง ๆ นั้นเป็นความลำบากแก่นักเรียนมากเหมือนกัน เห็นได้จากขณะที่ทำการสอนครั้งแรก ๆ นักเรียนจะซักถาม หรือใช้ความคิดน้อย และเสียเวลาไปในระยะแรกมาก ดังจากการสัมภาษณ์นักเรียน ๒๕ คน มีนักเรียน ๑๕ คน ที่แสดงความคิดเห็นว่าควรมีการสรุปบทเรียนทุกครั้งด้วย มีนักเรียน ๑๙ คนจากการสัมภาษณ์บอกว่าเวลาครูไม่ตอบตรง ๆ ไม่รู้ว่าจะหาความรู้ได้อย่างไร และจากการบรรยายความรู้สึกของนักเรียนมีถึง ๒๒ คน ที่แสดงความคิดเห็นเองว่าไม่ชอบการที่ผู้สอนไม่ตอบคำถามนักเรียนโดยตรง ทำให้ไม่อยากถามต่อไป นับว่าเป็นความจริงเนื่องจากขณะทำการสอนใหม่ ๆ เมื่อครูกระตุ้นให้ถาม มี

นักเรียนส่วนมากบ่นว่าไม่รู้จะถามอะไร และเรียกร้องให้นักเรียนบอกเนื้อหาให้โดยตรง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่ได้รับการฝึกให้สังเกต และหาเหตุผลจากสถานการณ์จริง ๆ สิ่งที่ยืนยันสนับสนุนข้ออ้างนี้อีกประการหนึ่ง เนื่องจากการสอนแบบทั่วไป ครูเป็นฝ่ายให้ความรู้ฝ่ายเดียว การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีการทดลองหรือทดสอบความรู้ไม่มากนัก นักเรียนไม่ได้ฝึกใช้ ประสาทสัมผัสเลย เพราะการทดลองของครูเป็นการสาธิต และครูก็สรุปให้ทั้งหมด มีนักเรียน ๒๐ คน จากการสัมภาษณ์ให้ความเห็นตอนเริ่มเรียนรู้สึกยากมาก และจากการบรรยายความรู้สึกของนักเรียน มี ๑๔ คนที่บอกว่าถ้าได้ลงมือทดลองแล้วจะรู้สึกเข้าใจได้ดี และไม่ยาก สรุปได้ว่าระยะแรกที่นักเรียนเริ่มเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนเสียเวลาไปมาก และก่อให้เกิดความเบื่อหน่าย และสับสนในการเรียนไปด้วย เพราะพื้นฐานในการใช้ความคิด การสังเกต และหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนมีน้อยมาก นักเรียนส่วนมากวิตกกังวลว่าจดบันทึกเองไม่ได้ และห่วงเรื่องการสอบว่าไม่ทราบจะเตรียมความรู้ไปสอบอย่างไร แต่หลังจากที่ได้รับการฝึกการตั้งคำถาม ฝึกการสังเกต และได้เรียนด้วยการหาความรู้และข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งในภาคเรียนที่ ๒ ของการทดลองสอน นักเรียนส่วนใหญ่ชอบการเรียนวิธีนี้ และสามารถหาความรู้ได้ด้วยตนเองมากขึ้น (รู้สึกว่าการเรียนไม่ยากลำบาก) มีนักเรียนส่วนมากเหมือนกันที่บอกว่าการเรียนวิธีนี้ดีกว่าการบอกจด เมื่อเข้าใจแล้วไม่ต้องท่องหนังสือมาก นอกจากนั้นจากการสัมภาษณ์นักเรียน มีนักเรียน ๑๕ คน ที่บอกว่าอยากให้มีการเรียนด้วยวิธีตลอดไป สำหรับนักเรียนที่ค่อนข้างเก่ง มีความเห็นว่า น่าจะใช้วิธีการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาอื่น ๆ บ้าง จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน มีข้อน่าสังเกตอีกประการหนึ่ง คือ ในการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนครั้งนี้ มุ่งฝึกให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนให้มาก โดยเน้นให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองอยู่เสมอ แต่กระทำในรูปเป็นกลุ่มมากกว่าการทดลองแยกเป็นรายบุคคลเนื่องจากความสะดวกในการควบคุมและความจำกัดของอุปกรณ์และเครื่องมือ นักเรียนส่วนใหญ่สนุกสนาน และตื่นเต้นกับการทดลองตลอดเวลา ดังจะเห็นว่านักเรียนได้ให้ความเห็นว่าอยากให้มีการทดลองทุกชั่วโมง ๒๐ คน และจากการสัมภาษณ์นักเรียนรอบการทดลองด้วยตนเองมากกว่าการสาธิตของครูเพียงคนเดียว ได้มีนักเรียนเรียกร้องให้เพิ่มเวลาในการเรียน และทดลองกันกว่าอย่างใกล้ชิดเป็น

จำนวนมาก ดังปรากฏในตาราง ๒๑ และ ๒๒ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทดลองสอนครั้งนี้ไม่ได้มุ่งขบวนการคิดเพียงอย่างเดียว เพราะต้องคำนึงถึงเนื้อหาที่ทางโรงเรียนกำหนดให้สอนให้ครบตามข้อตกลงในภาคการเรียนต่าง ๆ ด้วย จึงต้องบรรจุเนื้อหาวิชาไปมากในการสอนแต่ละหน่วย จึงมีปัญหาการใช้เวลาน้อยไปบางครั้งในการค้นหาตามขบวนการสืบสวนสอบสวน แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้พยายามหาเวลานอกเหนือจากการเรียน เช่นเวลาเช้าก่อนเข้าเรียน เวลาพักกลางวัน และตลอดจนในวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ ทั้งนี้นักเรียนส่วนใหญ่ก็ได้สนใจมาเรียนกัน สำหรับความคิดเห็นอื่น ๆ ของนักเรียนก็มีบ้างดังปรากฏในตาราง ๒๑ และ ๒๒ ซึ่งเกี่ยวกับความสนใจของนักเรียน หรือบุคลิกภาพของครูเป็นต้น ซึ่งก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนด้วย แต่นักเรียนที่กล่าวถึงนั้นมีจำนวนน้อยกว่าข้อเท็จจริงที่กล่าวมา เนื่องจากการบรรยายความรู้สึก และการสัมภาษณ์นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นออกมาอย่างอิสระด้วยตนเอง โดยไม่มีแบบฟอร์มใด ๆ ทั้งสิ้น ความคิดเห็นจึงกระจัดกระจาย แต่ผู้วิจัยก็ได้รวบรวมลักษณะที่รวมกันไว้ดังแสดงในตารางดังกล่าวแล้ว

เกี่ยวกับข้อเสนอแนะของนักเรียนที่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงในขณะที่มีการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์และการบรรยายความรู้สึกของนักเรียนดังปรากฏในตาราง ๒๓

ซึ่งเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก ทั้งในด้านขบวนการ ความสนใจของนักเรียน ปัญหาของนักเรียนในการเริ่มเรียนด้วยวิธีนี้ ตลอดจนความช่วยเหลือของครู และบุคลิกภาพของผู้สอนด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนมีความต้องการเพิ่มเวลาในการเรียนและการสืบสวนให้มากกว่าเดิมเป็นจำนวนถึง ๒๓ คน ซึ่งสภาพการเรียนการสอนจริง ๆ ก็นับว่าเร่งรีบทุกชั่วโมง เวลาที่ให้ในการสืบหาความรู้โดยใช้ความคิดแบบต่าง ๆ ตลอดจนการสรุปกฎเกณฑ์น้อย ทั้งนี้เนื่องจากต้องคำนึงถึงการสอนเนื้อหาให้ทันต่อกำหนดด้วย จึงมีการให้นักเรียนพยายามคิดและสรุปความสัมพันธ์ต่อตนเอง โดยครูไม่ได้มีส่วนช่วยแนะนำด้วยเสมอ ๆ เป็นปัญหากับนักเรียนมาก ประกอบกับตำราในการค้นคว้าหาความรู้ก็มีอยู่น้อยมาก ซึ่งตำราหรือหนังสือประกอบการเรียนการค้นคว้านั้นจำเป็นมากต่อการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมาก นักเรียนให้ความเห็นว่าผู้สอนควรลดการบ้านที่กำหนดให้เพราะทุกวิชา มีการให้งานทำทุกอย่าง ซึ่งก็อาจมีความ

เป็นจริงอยู่มากที่วิชาการต่าง ๆ ที่เรียนปัจจุบันนี้มากมาย และวิธีการที่ใช้สอนก็เน้นให้นักเรียนต้องรู้ต้องจำให้ได้ ต้องสอบให้ได้ นักเรียนจึงรู้สึกเป็นภาระอยู่มาก ถ้าการเรียนการสอนโดยทั่วไปหันมาใช้วิธีส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่จะใฝ่หาความรู้เองเอง แต่ต้องสอนให้นักเรียนรู้จักวิธีหาความรู้เองได้อย่างจริงจัง ก็จะทำให้การศึกษาเป็นสิ่งพัฒนาบุคคลในด้านต่าง ๆ ได้อย่างดีขึ้น แต่จากข้ออ้างนักเรียนดังกล่าว ก็อาจมีเข้าใจสับสนไปบ้าง เนื่องจากผู้สอนได้สอนการก้าวหน้าในวิชาวิทยาศาสตร์บางเรื่อง แล้วให้เลือกทำแบบฝึกหัด ซึ่งผู้สอนพิมพ์แจกให้มาก ตามความต้องการ เพื่อนำเอากฎเกณฑ์ที่เรียนรู้มาใช้ และทำเสร็จไว้ให้ที่ห้องพักครู นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจว่า สิ่งใดที่ครูให้จะต้องทำให้หมด อันไม่ได้คำนึงถึงความต้องการเพื่อความเข้าใจของตนเอง เมื่อทำไม่เสร็จก็ลอกเพื่อนมาส่ง การให้แบบฝึกหัดทำมาก ๆ เพื่อส่งเสริมความแตกต่างระหว่างบุคคล คนใดอยากรู้อยากเห็นมาก ก็พยายามขวนขวายค้นคว้าหาความรู้โดยมาถามครูบ้าง หาหนังสือประกอบบ้าง แต่ขอบเขตที่จะประเมินผลนั้นก็อยู่ในความรู้ที่ทุกคนได้เรียนรู้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

นอกจากนั้นในระยะเรียนใหม่ ๆ ประกอบกับนักเรียนก็ไม่เคยฝึกให้เรียนด้วยวิธีนี้มาก่อนเลย จึงวิเคราะห์, สรุปความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และใช้ภาษาที่เหมาะสมในการสรุปความรู้ต่าง ๆ ได้ไม่ดีนัก ดังจะเห็นว่านักเรียนเสนอให้ช่วยสรุปบทเรียนแต่ละครั้งให้ด้วย ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้สอนต้องฝึกและช่วยเรียบเรียงภาษาให้แก่นักเรียนด้วย เมื่อนักเรียนเคยชินดี มีประสบการณ์มากขึ้นก็จะมีความสามารถขึ้นด้วย ฉะนั้นวิธีการเรียน การสอนแบบนี้น่าจะมีการใช้สอนตั้งแต่นักเรียนในระดับต้น ๆ เพื่อฝึกความสามารถด้านต่าง ๆ ของนักเรียน และเป็นการเตรียมเยาวชนที่มีบุคลิกภาพแบบประชาธิปไตยอันเป็นเป้าหมายที่สำคัญของประเทศชาติต่อไป สำหรับอีกประการหนึ่งที่นักเรียนส่วนมากต้องการคือ เพิ่มอุปกรณ์การสอนให้มากกว่าที่ใช้อยู่ ในสภาพที่เป็นอยู่อุปกรณ์และเครื่องมือในการเรียนวิทยาศาสตร์ของทางโรงเรียนมีอยู่บ้างไม่มากนัก ในการสอนครั้งนี้ผู้สอนได้ขอความช่วยเหลือจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่มาใช้ และผู้สอนได้ทำขึ้นเป็นแบบง่าย ๆ รวมทั้งให้นักเรียนช่วยหาสิ่งที่มีอยู่โดยทั่วไปและหาง่าย ๆ มาบ้าง เช่นในการสอนเรื่องสิ่งที่มีชีวิต เป็นพวกสัตว์หรือพืช เป็นต้น เพื่อฝึกให้นักเรียนเป็นผู้ช่างสังเกต และสนใจธรรมชาติเท่าที่ควรประการหนึ่ง

อีกประการหนึ่ง คณะผู้สอนต้องใช้เวลาไปศึกษาในชั้นเรียนด้วย จึงไม่มีเวลาในการจัดสร้างและเตรียมอุปกรณ์เองเป็นส่วนใหญ่ ฉะนั้นจึงเป็นข้อคิดว่า ครูที่จะสอนแบบสืบสวนสอบสวนควรจะรู้จักหา หรือทำอุปกรณ์การสอนได้เองด้วยวัสดุง่าย ๆ อยู่ตลอดเวลา ไม่จำเป็นต้องเป็นอุปกรณ์ หรือเครื่องมือราคาแพง ๆ ดังที่กล่าวอ้างกันทั่วไปว่าไม่มีอุปกรณ์การสอน ยกเว้นเครื่องมือที่จำเป็น เช่น กล้องจุลทรรศน์เป็นต้น และต้องเป็นผู้ขวนขวายใฝ่หาความรู้พอที่หาแหล่งที่จะหาวัสดุและอุปกรณ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ด้วย

ในการสอนครั้งนี้อุปกรณ์การสอนก็มีพอที่จะใช้ประกอบการสอนในการทำให้นักเรียนเกิดปัญหาข้องใจขึ้นด้วยการทดลองของครู หรือ การทดลองของนักเรียน การทดลองของนักเรียนจะเป็นกลุ่มเสียส่วนใหญ่ ซึ่งกลุ่มหนึ่ง ๆ ก็ประมาณ ๖-๗ คน บางครั้งอาจถึง ๑๐ คน เมื่อเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ก็ยากที่นักเรียนทุกคนจะมีส่วนในการทดลองทุกคน ผู้ที่รอดูผลการทดลองที่เหลืออยู่ก็อาจเกิดความเบื่อหน่ายขึ้น อันมีข้อเท็จจริงว่าเนื่องจากทุกครั้งที่มีการให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง นักเรียนจะตื่นเต้นกับการสัมผัสกับอุปกรณ์ต่าง ๆ และการที่ได้ทดลองด้วยตนเอง ซึ่งเดิมนักเรียนอาจจะได้สังเกตดูการทดลองบ้างบางครั้ง แต่ก็เป็นการทดลองของครูให้ดูเท่านั้น นักเรียนไม่ค่อยได้ฝึกทำงานเป็นกลุ่มกันบ่อย ๆ จึงเกิดความวุ่นวายสับสนบ้าง ทำให้เสียเวลาไปมากกับการจัดการทดลองแต่ละครั้ง ด้วยการเป็นเช่นนี้จึงเป็นผลให้ผู้สอนต้องเหนื่อยต่อการควบคุมนักเรียนกลุ่มย่อย ๆ ซึ่งห้องเรียนหนึ่ง ๆ มีนักเรียนจำนวน ๔๒-๔๔ คน ครั้งหลัง ๆ จึงแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆดังกล่าวเพื่อการควบคุมที่ทั่วถึง และการมีเวลาในการอภิปรายผลการทดลองมากขึ้น อย่างไรก็ตามระยะหลังนักเรียนก็มีระเบียบวินัยในชั้นเรียนมากขึ้น จึงเป็นข้อน่าพิจารณาของครูต่อไป

อีกประการหนึ่ง ในแง่ที่ผู้สอนด้วยวิธีแบบสืบสวนสอบสวน ควรจะได้ฝึกให้นักเรียนมีวินัยในตนเอง ร่วมกันสร้างวินัยในห้องเรียน และในกลุ่มที่ได้ทำงานร่วมกัน โดยพยายามใช้ขบวนการหมู่พวก (Group Dynamics) เป็นหลักในการฝึกให้นักเรียนทำงานร่วมกันอย่างมีระเบียบวินัย สรุปได้ว่าการแนะแนวเป็นสื่อสำคัญในชั้นเรียน สำหรับการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นอย่างมาก

จากผลการวิจัยครั้งนี้พอกล่าวสรุปได้ว่า วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลต่อพัฒนาการบุคลิกภาพด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวนสอบสวนและความคิดวิจารณญาณมากกว่าการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งได้ผลสอดคล้องตามสมมติฐานการวิจัยเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็อาจมีตัวแปรอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องกับการทดลองและการเก็บข้อมูล ทำให้ผลคลาดเคลื่อนไปบ้าง อาจจะเป็นไปได้ดังนี้

๑. การเก็บข้อมูล เนื่องจากการทดลองวิจัยครั้งนี้มีผู้วิจัยร่วมกันอยู่ ๓ คน ซึ่งจะต้องทำการสอบนักเรียนกลุ่มเดียวกันด้วย แบบทดสอบต่าง ๆ ของตน อันไม่ต่ำกว่า ๓ แบบทดสอบ ทำให้การทดสอบนักเรียนทั้งครั้งแรก (Pre-test) และครั้งหลัง (Post test) นักเรียนเบื่อและล้าต่อการสอบ แม้จะพยายามกระตุ้นและจัดสถานการณ์ในการสอบให้เหมาะสมแล้วก็ตาม เป็นผลให้นักเรียนทำแบบทดสอบไม่เต็มที่นัก

๒. ผู้ทำการวิจัย ซึ่งคนเดียวกันนั้นต้องสอนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ในครั้งแรก ๆ มีความยากลำบากและสับสนเกี่ยวกับวิธีสอนทั้ง ๒ แบบอยู่บ้าง จึงทำให้ขบวนการสอนเป็นไปอย่างไม่ราบรื่นนัก ประกอบกับนักเรียนมีความวิตกกังวลต่อการสอนแบบใหม่อยู่มาก เนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่นักเรียนต้องคิดเอง และมีส่วนร่วมในขบวนการเรียนการสอนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการเรียนแบบใหม่นี้ต้องอาศัยเวลามากในการฝึกให้นักเรียนได้คุ้นเคยกับการเรียนแบบนี้ ทำให้ผู้เรียนและผู้สอนเป็นห่วงเนื้อหาที่ทางโรงเรียนกำหนดไว้ ครั้งแรกผู้วิจัยจึงมักรีบเร่งในการสอนเพื่อให้ทันกำหนด เป็นผลให้นักเรียนที่เรียนได้ปานกลาง และค่อนข้างอ่อนเรียนตามไม่ค่อยทัน แต่นักเรียนที่เรียนค่อนข้างเก่งจะรู้สึกช่วยเหลือตัวเองได้มากกว่า แต่อย่างไรก็ตามในระยะหลัง เมื่อนักเรียนเคยชินต่อวิธีการสอนมากขึ้น และครูก็ได้ปรับปรุงวิธีการสอนให้รัดกุมยิ่งขึ้น ทำให้ขบวนการเรียนการสอนราบรื่นดียิ่งขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ก็มีความรู้สึกอยากจะเรียนด้วยวิธีใหม่นี้ตลอดไป ซึ่งจะมีผลการวิจัยในตอนต้นและประกอบด้วยตาราง ๒๑, ๒๒ และ ๒๓

๓. เวลาที่ใช้ทำการสอน ได้ทำการสอนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์เพียงสัปดาห์ละ ๓ ชั่วโมงเท่านั้น เวลานอกนั้นนักเรียนจะต้องเรียนด้วยวิธีแบบเดิม จึงอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนอยู่บ้างเหมือนกัน

๔. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอยู่ใกล้ชิดกับนักเรียนในกลุ่มทดลอง มีความสนใจต่อการสอนของผู้วิจัยคนเดียวกันมาก เป็นผลให้เกิดความน้อยเนื้อต่ำใจ ที่ทำการสอนต่างกัน จึงอาจเป็นผลในความร่วมมือในการสอนและการทดสอบอยู่มากเหมือนกัน

๕. บุคลิกภาพของผู้สอน นับว่ามีผลต่อการวิจัยอยู่บ้าง เช่น ความสามารถในการสอน การเข้ากับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งแตกต่างกัน อาจเป็นผลต่อการสอนอยู่บ้าง

๖. แบบทดสอบที่ใช้ แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนและแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณนั้นมีขอบเขตกว้างมากไม่เจาะจง เฉพาะในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จึงอาจไม่สัมพันธ์กันดีกับเนื้อหาที่สอน ก็อาจเป็นผลให้การวิจัยไม่เด่นชัดได้บ้าง

๗. นักเรียนเห็นความสำคัญของแบบทดสอบ เพื่อนำผลมาใช้ในการวิจัยน้อย เพราะนักเรียนมุ่งจะทำแต่กิจกรรมที่ได้คะแนน และมีผลต่อการเรียนเป็นสำคัญ

ข้อเสนอแนะ เพื่อการศึกษาวิจัยต่อไป

๑. ในการเก็บข้อมูล ถ้าจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบหลายชนิด สอบเด็กกลุ่มเดียวกัน ควรแบ่งเวลาให้มีระยะห่างกันพอเหมาะ และขอความช่วยเหลือให้ทางโรงเรียนช่วยเหลือคุมสอบหรือบรรจุไว้ในตารางสอบของโรงเรียนด้วย เพราะจะทำให้นักเรียนตั้งใจทำมากขึ้น

๒. สำหรับผู้ทำการวิจัย ถ้าจะมีการทดลองวิจัยต่อไป ไม่ควรใช้ครูคนเดียวกันสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อแยกวิธีสอนให้แยกกันเด็ดขาด อาจจะมีครูหรือผู้วิจัยอีกจุดหนึ่ง วางแผนการสอนร่วมกันโดยใกล้ชิด แล้วแยกกันสอน

๓. ควรมีการทดลองวิจัยติดตามเด็กนักเรียนรุ่นที่ได้รับการทดลองสอนมาบ้างแล้ว เพื่อดูผลของการสอนแบบใหม่นี้อย่างแท้จริง

๔. ควรมีการวิจัยสร้างข้อทดสอบวัดความคิดสืบสวนสอบสวน โดยให้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์โดยใกล้ชิดยิ่งขึ้น รวมทั้งแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณด้วย ควรคิดหาสถานการณ์จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้นตามระดับชั้นที่ทำการวิจัย

๕. จากการทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ผ่านมาพบว่าเป็นวิธีสอนหนึ่งที่ส่งเสริมความแตกต่างระหว่างบุคคลมาก และเนื่องจากชั้นเรียนโดยทั่วไปมักจะมีนักเรียนต่างระหว่างบุคคลมาก และเนื่องจากชั้นเรียนโดยทั่วไป มักจะมีนักเรียนตั้งแต่ ๓๔-๔๕ คน

เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสร้างความลำบากในการสอนแบบนี้มาก ซึ่งครูจะต้องเหนื่อยและอาจดูแลนักเรียนในชั้นเรียนไม่ทั่วถึง ฉะนั้นครูผู้สอนต้องส่งเสริมให้มีการสอนเป็นรายบุคคลให้มากยิ่งขึ้นด้วย ในการทดลองสอนถ้ามีการสอนด้วยวิธีนี้ต่อไป

๖. ในการทำการสอนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวนนั้นส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น ฉะนั้นผู้ที่จะทำการสอนย่อมต้องขวนขวายค้นคว้าหาความรู้อย่างกว้างขวาง รวมทั้งคิดหาการสร้างอุปกรณ์การสอนจากวัสดุที่พอหาได้ง่าย ให้แปลก ๆ ใหม่ ๆ เพื่อสร้างปัญหาให้เกิดแก่ผู้เรียนให้มาก

๗. จากการที่ได้ทดลองสอน และผลการวิจัย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่จะถนัดในการใช้คำถามในขั้นสังเกต (O) มากที่สุด และการอธิบาย (E) รองลงมา ส่วนการใช้**คำถามขั้นทำนาย**(P)และขั้นควบคุมและใช้ประโยชน์(C) น้อยมาก ถ้าจะมีการสอนต่อไปควรจะฝึกให้นักเรียนถามในขั้น P และ C ให้มากขึ้น โดยครูเป็นผู้ช่วยในการเน้นและกระตุ้นให้เด็กคิดให้มากขึ้น โดยต้องคอยทบทวนความคิดขั้นต่าง ๆ ขณะทำการเรียนการสอนเสมอ

๘. ควรมีการวิจัยทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวนตั้งแต่ระดับต้น ๆ ติดต่อกันไปในช่วงระดับหนึ่ง ๆ เพื่อดูพัฒนาการด้านความคิดและบุคลิกภาพอย่างชัดเจน

๙. ควรมีการวิจัยนำเอาวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนไปใช้สอนในวิชาอื่น ๆ พร้อม ๆ กับวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของเด็กอย่างชัดเจน

๑๐. ควรมีการศึกษาวิจัยผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับเด็กในจังหวัดต่าง ๆ เพื่อเทียบกับผลการศึกษาวิจัยในกรุงเทพมหานคร

๑๑. ควรมีการเผยแพร่วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนไปยังสถาบันฝึกหัดครูต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดให้เหมาะสมกับสังคมประชาธิปไตย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ก่อ สวัสดิพาณิชย์, ดร. "แนวคิดใหม่ทางการศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวกรรมและเทคโนโลยี่ทางการศึกษา หน้า ๘๔-๘๖ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๕

โชติ เพชรชื่น ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชาเทคนิคการสร้างสเกลวัดทัศนคติ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๑๓ ๒๘ หน้า

ทักษิณ คุณาวัฒนาวุฒิ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และการสอนแบบเดิมที่ส่งผลต่อความคิดแบบสืบสานสอบสวน แบบการรับรู้ และความวยากรู้อยากเห็น ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๑๖ หน้า

ศิริชา เพชรดี การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดวิจารณญาณ และความคิดขึ้นกับสิ่งรอบข้าง ไม่ขึ้นกับสิ่งรอบข้าง ปริญญานิพนธ์ กศ.บ. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๓๘ หน้า

นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ, ดร. "การรู้จักคิด" พัฒนาวัดผล ๖ สำนักงานทดสอบวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร พิมพ์ที่บริษัทไยพาณิชยการ จำกัด ๒๕๑๓, ๑๔๕ หน้า

บำรุง บุญยงค์ การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมภายนอกภายใน ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๐๔ หน้า

บุญลือ ทองอยู่ การศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry) กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเกรงใจ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๔, ๗๑ หน้า

มงคล เอี่ยมสำอางค์ การสร้างสถานการณ์ชักจูงใจ เอกสารในแกนการสอนของหน่วยฝึกอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี่ ๒๕๑๖, ๑๒ หน้า อัดสำเนา

มงคล เอี่ยมสำอางค์ โครงหุ่นการสอนวิทยาศาสตร์ แบบที่ต้องใช้สมรรถภาพของการเป็นครู หน่วยฝึกอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่ ๒๕๑๕, ๑๑ หน้า อัดสำเนา

มงคล เอี่ยมสำอางค์ หนู ประจาน พจน์ จันทรวีระกุล ฯลฯ ทักษะในขบวนการทางวิทยาศาสตร์ (เอกสารฉบับร่าง ๒) หน่วยฝึกอบรมครูสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่ ๑๐ หน้า อัดสำเนา

ยุพา อานันทสิทธิ์ การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความถนัดทางการเรียน และความรู้สึกรับผิดชอบ ปริญญานิพนธ์ กศ.บ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๔๔ หน้า

วราภรณ์ ชัยโอภาส การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เอกสารในแกนของการสอนของหน่วยฝึกอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่ ๒๕๑๕ อัดสำเนา

วีรยุทธ วิเชียรโชติ "การสอนแบบสืบสวนสอบสวน : วิธีสอนให้คิด" พัฒนาวัดผล ๗ โรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์ ๒๕๑๔, ๖๖ หน้า

วีรยุทธ วิเชียรโชติ และคณะ ตัวอย่างการเตรียมการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เอกสารจากการสัมนา ที่วิทยาลัยครูมหาสารคาม ๒๕๑๖

สมศักดิ์ สุนทรสุข การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๕, ๑๓๔ หน้า

สุนทร สุนันทชัย "ของใหม่ในวงการศึกษา" บันทึกย่อหัวข้อบรรยายในการ ป.ศ.ร. ๒๕๑๑ โรงพิมพ์กรุสภา, ๑๓๐ หน้า

หนู ประจาน การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อการคิดแบบสืบสวนสอบสวน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และแบบการรับรู้ ปริญญานิพนธ์ กศ.บ. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๖, ๑๔๓ หน้า

หนู ประชาน บทความเรื่องข้อควรปฏิบัติในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ๒๕๑๖ อัดสำเนา

อนันต์ จันทร์กวี การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์กับความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความถนัดทางการเรียน ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๔, ๑๒๐ หน้า

อรทัย เศรษฐสักโก การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวนกับความคิดแบบอื่น ๆ และความคิดสร้างสรรค์ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๔, ๙๓ หน้า

Aiken,Lewis R. Jr. and Aiken, Dorothy R., " Recent Research on Attitudes Concerning Science, " Science Education, 53(4) : 295-305, October 19t 1969.

Anderson, Hans, O., Reading in Science Education for the Secondary School, The Macmillan Company, New York, 1969,431 pp.

Carrol,J.B.,Language on Thought, Printice-Hall, Inc., New Jersey, 1964, 188 pp.

Carter, J.C.," The Authoritarian V.S. the Inquiry Approach," School Science & Mathematic, 33(6) : 686-688, 1968

Craig, Geralds, Science for the Elementary Teacher, Blaisdell Plublishing Company, Massachusetts, 1966, 962 pp.

Cruz-Ramos, " Discovery-Centered Yersus Teacher-Centered Newsletter from the Asian Institute for Teacher Educator University of the Philippin Quezon City, Vol.6 No.2, October 1971, p.12.

De Cecco, John I., The Psychology of Learning and Instruction,Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1968, 800 pp.

Edwards, Allen L., Statistical Method for the Behavioral Sciences, Rinehar & Co. Inc., New York, 1954, 542 pp.

Fan, Chung-Teh, Item Analysis Tables, Educational Testing Service, Princeton, N.J. , 1952, 32 pp.

Ferguson , George A., Statistical Analysis in Psychology and Education, 2 nd - ed. McGraw Hill New York, 1966, 446 pp.

Garrett, Henry E., Statistics in Psychology and Education, McGraw Hill Book Company, New York, 1966. 538 pp.

George, Kenneth D.," The Effects of Critical Thinking Ability upon course grades in Biology " Science Education, Vol.52, No.5 December 1968.

Guiford, Joy Paul, Fundamental Statistics in Psychology and Education, 3rd edition, McGraw Hill New York, 1956 , 565 pp.

Soh, K.C., " The construction of a scientific attitude scale," Instrumentation Exercise , Asian SOLEP, 1972

Lindquist , E.F., Design and Analysis of Experiment in Psychology and Education, 1953 , 1956 impression, 393 pp.

McDonald, Frederick I., Educational Psychology, Wadsworth Publishing Company, Inc., 1965 , p. 177-205

Meyer, James H., " The Influence of the Invitation to Enquiry " The American Biology Teacher , Vol.31 , No.7 October, 1967, p.451-453.

Ramsey, Gregor A., "Analysis of Research Related to Instructional Procedure in Elementary School Science" Science and Children , April , 1963 , p.25-33.

Rogers, Vincent R., " Social Studies · How to Inquiry," The Instructor, Vol.78 , No.7 March, 1969 , p.94.

Russell, D.H., " Six Studies Children's Understanding of Concepts," Elementary School Journal, February, 1963 , p.255-260.

Russell,D.H., Science Education, Vol.52, No.5 December, 1963, p.421.

Suchman, Richard J., The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry , p.4 ,June, 1962.

Suchman , Richard J., " Inquiry : Inquiry in the Corriculum," The Instructor, Vol.75, No.5 , p.64, January , 1966.

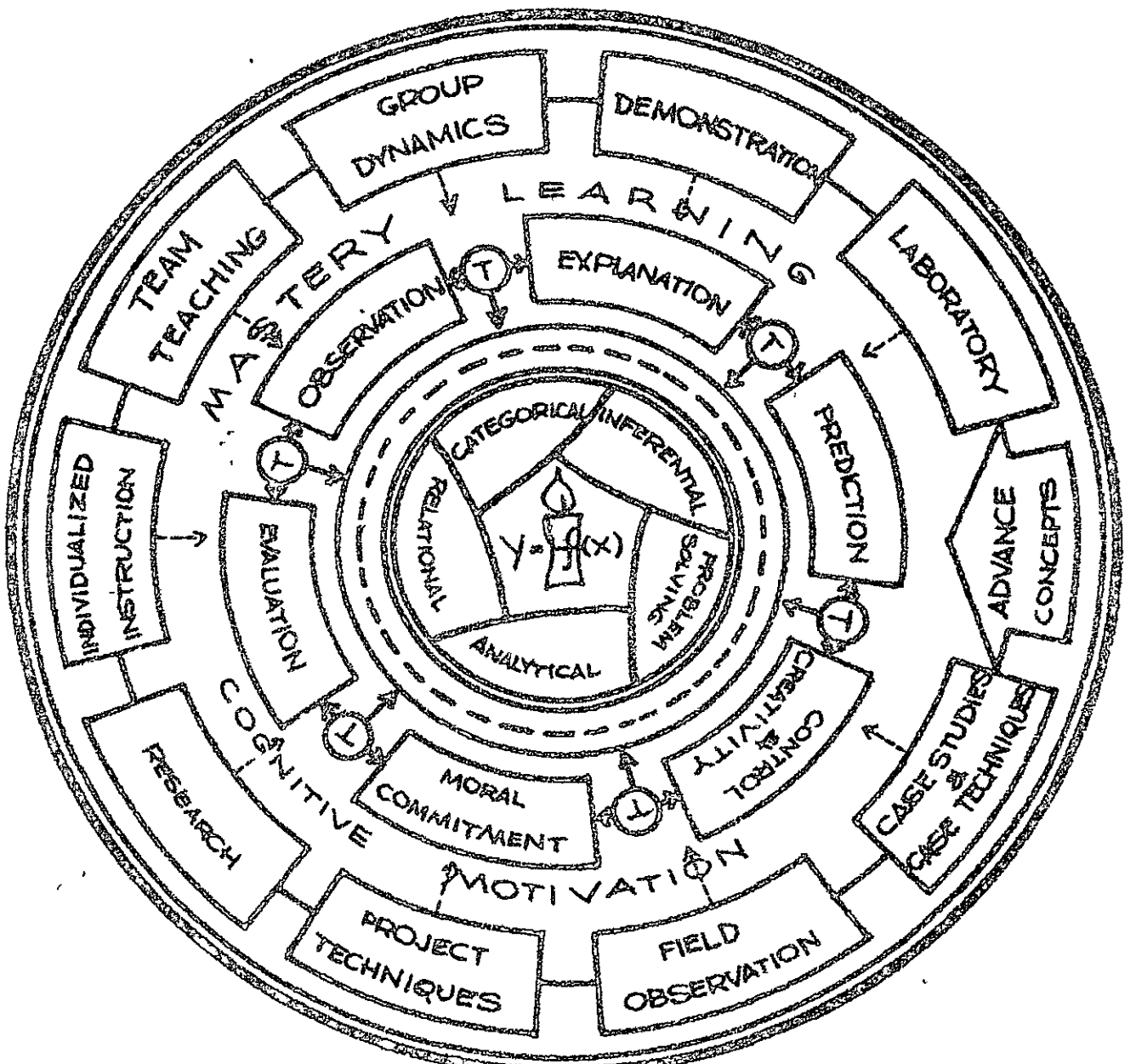
Sund , Rovert B. and Trowbridge , Lewis W., Teaching Science by Inquiry in the Secondary School,Charles E. Merril Publishing Co. Columbers Ohio, 1967 , 357 pp.

Vasilakes, Williams, " Inquiry Problems with the Scientific Methoa," School Science and Mathematics, Vol.67, No.6, P.491-502, June, 1967.

Youngs Richard C., and Jones William W.," The Appropriatenes of Inquiry Development Materials for Gifted Seventh Grade Children : Final Report," Research in Edncation, Vol.5, No.2, February, 1970, P.53

ภาคผนวก

THE INTERACTIVE MODEL OF THE INVESTIGATION METHOD OF INQUIRY ©



* Designed by Dr. Weerayudh Wichcharaporn
Department of Educational Research
The College of Education, Prasarnmit
Bangkok, Thailand.

อธิบายภาพประกอบ ๓

จากขบวนการสืบสานสอบสวนตามโครงการพัฒนาการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ภายใต้การนำของ กร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยกันมา ๒ รุ่นแล้ว ได้พัฒนาโครงแบบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนขึ้นใหม่ ซึ่งได้ขยายขอบเขตออกไปจากเดิมที่มีเพียง O-E-P-C เป็น O-E-P-C -EM ซึ่งจากภาพที่ ๓ เป็นรูปที่มีปฏิสัมพันธ์กัน (Interact) โดยเรียกว่า โครงแบบความคิดแสดงการปฏิสัมพันธ์ของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมายังไม่ได้พัฒนาการสอนให้ถึงขั้น EM ซึ่งควรจะได้มีการศึกษาทดลองต่อไปให้มีพัฒนาสมบูรณ์ต่อไป

ขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนตามโครงแบบใหม่นี้เน้นเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์ของการถามคำถามของนักเรียนและของครู คือไม่จำกัดว่าจะต้องเริ่มที่การถาม คำถามขั้นการสังเกตก่อนคำถามอื่น ๆ แล้วจึงถามคำถามขั้นการอธิบาย คำถามขั้นการทำนายและคำถามขั้นการควบคุมและการสร้างสรรค์ นักเรียนจะเริ่มถามคำถามขั้นไหนก่อนก็ได้ แต่เน้นว่าเมื่อจบขบวนการสืบสวนสอบสวนในแต่ละคาบ จะต้องถามคำถามทั้ง ๔ ขั้นที่กล่าวมาแล้วได้ครบ และนอกจากนั้นยังได้เพิ่มคำถามขั้นประเมินผล (E:Evaluation) และคำถามขั้นที่คำนึงถึงด้านจริยธรรม (M·Moral Commitment) เพื่อให้นักเรียนได้คำนึงถึงที่นักเรียนค้นพบตลอดจนทักษะต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เช่น การคิดเป็นต้น จะต้องเป็นไปเพื่อประโยชน์และความสุขต่อประชาชนส่วนรวมด้วย

วงกลม ๑.

ส่วนในสุด Y = f (x) เป็นหัวใจสำคัญของขบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม และตัวแปรต้น ซึ่งอาจจะมีหลายตัวในปรากฏการณ์ธรรมชาติ ส่วนที่ล้อมรอบ Y = f (x) เป็นการคิดแบบต่าง ๆ ของนักเรียนที่ใช้ในขบวนการสืบสวนสอบสวน ซึ่งควรจะส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับนักเรียน มีการคิดจำแนกประเภท การคิดโยงความสัมพันธ์ การคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดแบบมีเหตุผล

วงกลมที่ ๒

แสดงถึงขบวนการถามตามแบบสืบสวนสอบสวนที่มีคำถาม ๖ อย่าง ดังกล่าวมาแล้ว และแสดงถึงว่าคำถามทั้ง ๖ ขั้นที่มีปฏิสัมพันธ์กัน จะเริ่มจากขั้นไหนก่อนก็ได้แล้วดำเนินจนครบ ๖ ขั้น โดยมีตัวครู (ตัว T) เป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนได้ถามตามขั้นทั้ง ๖

วงกลมที่ ๓

แสดงถึงเทคนิคหรือวิธีการต่าง ๆ ที่อาจจะนำมาใช้ขบวนการสืบสวนสอบสวนหลายอย่าง เช่นการสอนแบบสาธิต การสอนเป็นทีม เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้สอนได้เห็นแนวทางที่จะเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสม ความแตกต่างระหว่างบุคคล และระหว่างกลุ่มของนักเรียน ตลอดจนพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาแต่ละตอน และแต่ละเนื้อหาวิชาอีกด้วย

ในระหว่างวงกลมวงนอกสุด (๓) กับวงที่ ๒ ตอนล่างแสดงถึงแรงจูงใจ ใฝ่รู้ (Cogitive Motivation) เป็นสิ่งที่ครูต้องมีบทบาทกระตุ้นให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน (การเรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน : Master Learning)

ตัวอย่างที่ ๑

โครงหุ่นการสอน (Teaching Model)

๑. ชื่อเรื่อง เรื่องความหนาแน่นของสสาร (ของแข็งและของเหลว)

๒. ชนิดของโครงหุ่น (Model) Model C - (การสาธิตการทดลอง)

๓. อันดับที่ x

๔. อุปกรณ์

๔.๑ บีกเกอร์ขนาดเท่ากัน ๒ ใบ

๔.๒ น้ำ, แอลกอฮอล์

๔.๓ น้ำแข็ง

๕. การทดลอง

๕.๑ เอาน้ำ และแอลกอฮอล์ใส่ในบีกเกอร์ ๒ ใบ ถ้านักเรียนสังเกตด้วยตา จะไม่เห็นว่าแตกต่างกัน (เหมาก่อนก่อนที่จะเข้าชั้น)

๕.๒ ใส่ก้อนน้ำแข็งลงไปในบีกเกอร์ทั้ง ๒ พร้อม ๆ กัน

๖. Mind Capture

จะปรากฏว่าน้ำแข็งจะจมในแอลกอฮอล์ และลอยในน้ำ

๗. สังกัปที่จะให้นักเรียนค้นพบ และการนำไปใช้

๗.๑ ความหนาแน่นของสสารหมายถึงมวล (น้ำหนัก) ของสารนั้น เมื่อคิดใน ๑ หน่วยปริมาตร

๗.๒ ของเหลวต่างชนิดกันมีความหนาแน่นต่างกัน

๗.๓ ของแข็งต่างชนิดกันมีความหนาแน่นต่างกัน

๗.๔ สสารแต่ละชนิดมีความหนาแน่นต่างกัน

๘. สังกัปแนวหน้า

๘.๑ น้ำแข็งลอยในน้ำได้และเบากว่าน้ำ

๘.๒ ปริมาตรของสาร คือขนาด ความกว้าง ยาว และส่วนสูงของสสาร พูดรวมเป็นปริมาตร

๘.๓ น้ำหนักของสาร คืออำนาจแรงดึงดูดของโลกที่มีต่อสารนั้น

๙. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว

๙.๑ นักเรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก ปริมาตร และความหนาแน่นของสารได้ และสามารถบอกได้ว่าความหนาแน่นของสารแต่ละชนิดเป็นอย่างไร

๙.๒ สามารถจะหาความหนาแน่นของสารจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

๙.๓ สามารถถามและตอบคำถามแบบ O E P C ได้

๑๐. วิเคราะห์กิจกรรมที่นักเรียนต้องทำ (Task Analysis)

๑๐.๑ กิจกรรมที่ควบจะทำได้ก่อนเข้าเรียน (Entry Subtasks)

๑๐.๑.๑ นักเรียนสามารถอธิบายคำว่าน้ำหนัก และปริมาตรของสารด้วยคำพูดของนักเรียนเอง

๑๐.๑.๒ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า การที่น้ำแข็งลอยน้ำได้เป็นเพราะน้ำแข็งเบากว่าน้ำ

๑๐.๒ กิจกรรมย่อยการเรียนการสอน (Enroute Subtask)

๑๐.๒.๑ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า ถ้ากำหนดน้ำแข็งให้จะทดสอบว่าน้ำกับแอลกอฮอล์เป็นของเหลวต่างชนิดกัน โดยใช้น้ำแข็งลอยในของเหลวทั้งสอง

๑๐.๒.๒ นักเรียนสังเกตการทดลองอย่างจะเอียด

๑๐.๒.๓ นักเรียนถามคำถามขั้นการสังเกต เพื่อให้นักเรียนได้ข้อมูลต่าง ๆ ที่ถูกต้อง

๑๐.๒.๔ นักเรียนสามารถแยกได้ว่า น้ำแข็งหนักกว่าแอลกอฮอล์ แต่เบากว่าน้ำ

๑๐.๒.๕ นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ว่า การที่จะเปรียบเทียบว่าวัตถุชนิดใดหนักหรือเบากว่าชนิดอื่น จะต้องเปรียบเทียบในปริมาตรที่เท่ากัน

๑๐.๒.๖ นักเรียนค้นพบคุณสมบัติของสสารอันหนึ่งที่มีประโยชน์ต่อการเปรียบเทียบกับสารอื่น แทนที่จะใช้น้ำหนักหรือปริมาตร คือ ความหนาแน่น (density)

๑๐.๒.๗ นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ถ้าสมมติว่าเหล็กผสมชนิดหนึ่งหนัก ๑๐๐ กรัม มีปริมาตร ๑๐ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร กับตะกั่วผสมหนัก ๒๐๐ กรัม มีปริมาตร ๘ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ตะกั่วผสมจะหนักกว่าเหล็ก

๑๐.๓ กิจกรรมย่อยขั้นสุดท้าย (Terminal Subtask)

๑๐.๓.๑ นักเรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น น้ำหนัก และปริมาตรของสสารออกมาเป็นสูตรว่า $D = \frac{M}{V}$ และสามารถคำนวณหาความหนาแน่นของสารที่กำหนดให้ได้

๑๑. ปัญหา

๑๑.๑ สารชนิดหนึ่งเป็นของแข็งรูป ผ มีด้านกว้าง ๓ เซ็นติเมตร ด้านยาว ๕ เซ็นติเมตร และสูง ๑ เซ็นติเมตร มีน้ำหนัก ๔๘ กรัม จงเปรียบเทียบความหนาแน่นของสารชนิดนี้กับน้ำ (น้ำมีความหนาแน่น ๑ กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร)

๑๑.๒ ถ้าโลหะถูกเผาไฟให้ร้อนความหนาแน่นของโลหะนั้นจะเป็นอย่างไร

๑๑.๓ ท่านจะทำอย่างไรบ้าง ถ้าครูกำหนดให้ท่านหาความหนาแน่นของก้อนหินก้อนหนึ่ง

๑๑.๔ โลหะกลมลูกหนึ่งถูกเผาให้ร้อน อะไรจะเกิดขึ้นบ้าง (อาจมีหลายคำตอบ)

ก. มวล (หรือน้ำหนัก) เพิ่มขึ้น

ข. ปริมาตรเพิ่มขึ้น

ค. ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

ง. ความหนาแน่นลดลง

พฤติกรรมการสอนที่ประมาณการณ์ไว้		พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการณ์ไว้		
พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด
. ให้นักเรียนสังเกตให้ดีว่ามีอะไร ของเหลวทั้ง ๒ นี้เหมือนกัน หรือต่างกัน	๑. ครูแสดงเกรื่องมือในหัวข้ออุปกรณ์	๑.๑ ของเหลวทั้ง ๒ เป็นน้ำใช่หรือไม่ ๑.๒ อุปกรณ์มีอะไรบ้าง	๑. นักเรียนสังเกตอุปกรณ์ต่าง ๆ	๑. คิดจำแนกประเภท
. นักเรียนลองเสนอการทดลองเพื่อแสดงว่าของเหลวทั้ง ๒ ชนิดเหมือนกันหรือต่างกันโดยใช้น้ำแข็ง		๒. ใช้น้ำแข็งลอยในของเหลวทั้ง ๒ จะได้หรือไม่	๒. นักเรียนสังเกตดูการทดลอง	๒. คิดคาดคะเนและตั้งสมมติฐาน
. การที่น้ำแข็งลอยน้ำ หมายความอย่างไร และที่จมในของเหลวอย่างหนึ่งหมายความว่าอย่างไร		๓. น้ำแข็งเบากว่าน้ำ หนักกว่าของเหลวอีกชนิดหนึ่ง	๓. สังเกต	๓. คิดเปรียบและแยกประเภท
. ถ้าจะเปรียบเทียบว่าอะไรหนักกว่าอะไร		๔. เปรียบเทียบในขนาดหรือปริมาตรที่เท่ากัน		๔. คิดวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

พฤติกรรมการสอนที่ประมาณการ ไว้		พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการไว้		
พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด
. นักเรียนลองช่วยกันสรุปว่าเราได้คุณสมบัติใหม่อย่างหนึ่งของสสารโดยวิธีอย่างไร		๕. คิดเปรียบเทียบน้ำหนักใน ๑ หน่วยปริมาตร		๕. คิดวิเคราะห์และเปรียบเทียบ
. ครูพูดสรุปว่าคุณสมบัติอันนั้นเราเรียกว่าความหนาแน่นของสสารและจะได้เป็นสูตร	๓. จด $D = \frac{M}{V}$ บนกระดานดำ		๔. จดบันทึก	
. นักเรียนจะสรุปได้ไหมว่าความหนาแน่นของของเหลวชนิดต่างๆกันจะเป็นอย่างไรกันและของสารต่างๆจะเป็นอย่างไร		๖. ความหนาแน่นไม่เท่ากัน	๕. จดบันทึก	๖. คิดเปรียบเทียบและแยกประเ ท

พฤติกรรมกรรมสอนที่ประมาณการณ์ไว้		พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการณ์ไว้		
พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด
ถ้าเราจะหาความหนาแน่นของสสาร เราจะต้องทำอย่างไรบ้าง		๗. ต้องหาปริมาตรและชั่งมวลสาร		

ตัวอย่างที่ ๒

โครงหุ่นการสอน (Teaching Model)

เวลาที่ใช้ ๑ ชั่วโมง ระดับชั้น ม.ศ.๒

๑. ชื่อเรื่อง สารละลาย (น้ำเป็นตัวทำลายที่ดี)

๒. ชนิดของโครงหุ่น (Model) Model C (การทดลอง

๓. เนื้อหา
๑. สารละลาย
๒. สารละลายอิ่มตัว
๓. สารละลายซัสเพนชั่น
๔. สารละลายคอลลอยด์
๕. น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี

๔. อุปกรณ์
๑. กล่องพลาสติก
๒. ช้อนตวงสาร
๓. แท่งแก้วสำหรับคน
๔. กรวย
๕. กระดาษกรอง
๖. บีกเกอร์ทนไฟ
๗. ผงจุนสี, เกลือ, น้ำตาลทราย, แป้ง, ผงดิน, นมผง, สารส้ม
๘. น้ำ, แอลกอฮอล

๕. การทดลอง
๑. ใส่น้ำ ๒๐ ลบ.ซม. ลงในกล่องพลาสติก ๖ กล่อง แล้วตวงจุนสี เกลือ น้ำตาลทราย แป้ง ผงดิน และนมผง อย่างละ ๒ ช้อน ผสมลงในน้ำ
๒. กรองสารละลายนั้นด้วยกระดาษกรอง
๓. ใส่สารละลายของสารส้มผสมลงไปในของผสมของน้ำกับนมผง และสารละลายจุนสี
๔. ใส่แอลกอฮอล์ ๒๐ ลบ.ซม. ลงไปในกล่องพลาสติก ๖ กล่อง แล้วตวงสารตามข้อ (๑) ลงไป

๖. Mind Capture

- จากการทดลองข้อ ๑,๒,๓ ช่วยให้นักเรียนสนใจในการต้องทดลองและสังเกตความแตกต่างเอง
- นักเรียนเห็นแนวทางการแยกชนิดของสารละลายทั้งหมดออกจากกัน
- การทดลองข้อ (๔) ช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนว่าน้ำและแอลกอฮอล สามารถละลายตัวถูกละลายเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

๗. สังกัปที่จะให้นักเรียนค้นพบและการนำไปใช้

- สารละลาย คือ ของผสมเนื้อเดียวกันของสารสองหรือมากกว่าสองชนิด
- สารละลายอิ่มตัว คือ สารละลายที่ไม่สามารถละลายตัวถูกละลายได้ต่อไปอีกที่อุณหภูมินั้น
- สารละลายซัสเพนชั่น คือ ของผสมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน แต่มีตัวถูกละลายห้วยแขวนอยู่ในตัวทำละลาย สามารถแยกตัวถูกละลายออกจากตัวทำละลายได้ด้วยวิธีกรองหรือทิ้งให้ตกตะกอน
- สารละลายกอลลอยด์ คือสารละลายที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับตัวทำละลาย และไม่สามารถแยกของผสมกันอยู่ออกด้วยวิธีการกรอง
- น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี ก็อละลายสารต่าง ๆ ได้มากชนิด

๘. สังกัปแนวหน้า

๑.-สารที่สามารถละลายสารอื่นได้ เรียกตัวทำละลาย (Solvent) ส่วนมากมักมีปริมาณมาก

-สารที่ละลายในตัวทำละลายได้ เรียกตัวถูกละลาย (Solute) มักมีปริมาณน้อยกว่า

๒. สารละลายของสารส้มจะช่วยทำให้วัตถุชิ้นเล็ก ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ หรือตัวทำละลายมาเกาะโมเลกุลของสารส้ม ทำให้ตกตะกอนง่ายขึ้น

๓. ตัวทำละลายที่ดี หมายถึงตัวทำละลายที่สามารถจะละลายตัวถูกละลายได้หลายชนิด

๔. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เมื่อครูให้นักเรียน ๖ กลุ่ม ทำการทดลองข้อ (๑) นักเรียนสามารถแยกสารละลายออกเป็นพวก ๆ ได้ คือ

๑) สารละลายของจุนสี, เกลือ และน้ำตาล

๒) สารละลายของแป้ง และผงดิน

๓) สารละลายของนมผง และบอกความหมายของสารละลายอิ่มตัวได้

ภารกิจที่ควรจะทำได้ก่อนเข้าเรียน

- นักเรียนบอกได้ว่า จุนสี เกลือ และน้ำตาลทรายละลายในน้ำได้
- นักเรียนบอกความหมายของตัวทำละลายและตัวถูกละลายได้
- นักเรียนบอกคุณสมบัติของสารส้มได้

ภารกิจย่อยการเรียนการสอน

- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองที่ ๑)
- นักเรียนแยกสารละลายได้ ๒ พวก คือพวกที่ละลายน้ำ และไม่ละลายในน้ำ
- เมื่อครูให้นักเรียนทดลองกรองตัวอย่าง สารละลายที่แยกไว้ นักเรียนสามารถแยกสารละลายของจุนสี กับน้ำนมออกจากกันได้
- นักเรียนเปรียบเทียบการกรองน้ำนม กับน้ำจุนสี
- นักเรียนใช้สังกัปแนวหน้าแยกสารละลายทั้ง ๒ ได้
- เมื่อครูให้ชื่อพวกสารละลายชนิดเดียวกับจุนสีว่า สารละลายที่แท้จริง พวกน้ำแป้งเรียกซัสเพนชั่น และน้ำนมว่าคอลลอยด์ นักเรียนควรจะสามารถบอกคำจำกัดความได้
- นักเรียนสามารถยกตัวอย่างของสารละลายแต่ละชนิดได้อย่างละ ๒ ชนิด
- เมื่อครูให้นักเรียนเติมจุนสีลงไปเรื่อย ๆ นักเรียนจะบอกได้ว่า มีจุดหนึ่งที่ไม่สามารถละลายได้อีกไป
- เมื่อครูบอกว่าเรียกสารละลายอิ่มตัว นักเรียนน่าจะให้คำจำกัดความของสารละลายอิ่มตัวได้

- เมื่อครูถามถึงการจะทำให้ละลายได้ต่อไป นักเรียนอาจจะเสนอความคิดเห็น เช่น ต้มได้ไหม กนนาน ๆ ได้ไหม
- เมื่อครูลองให้นักเรียนทำตามที่เสนอ นักเรียนบอกได้ว่าความร้อนช่วยละลายได้มากขึ้น

ภารกิจย่อยขั้นสุดท้าย

๑. นักเรียนบอกความหมายของสารละลายแต่ละชนิดได้

๒. นักเรียนยกตัวอย่างสารละลายแต่ละชนิดได้อย่างน้อยชนิดละ ๒ อย่าง

๓. นักเรียนสรุปได้ว่า ถ้าทำให้ตัวทำละลาย ละลายตัวถูกละลายได้มากขึ้นที่อุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อถึงอุณหภูมิเดิมของสารละลายอิ่มตัว ตัวถูกละลายที่เหลือจะแยกตัวออกมา

๒. เมื่อครูให้ใช้แอลกอฮอลละลายสารต่าง ๆ ตามข้อ ๑. และเทียบกับการใช้น้ำละลาย นักเรียนสามารถบอกได้ว่าน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีกว่าแอลกอฮอล

ภารกิจที่ควรจะทำได้ก่อนเข้าเรียน

- นักเรียนน่าจะบอกได้ว่า สารส้ม จุนสี เกลือ น้ำตาลทรายละลายในน้ำได้ดี

ภารกิจย่อยการเรียนการสอน

- นักเรียนทดลองละลายสารต่าง ๆ ด้วยแอลกอฮอล
- นักเรียนบันทึกผลการละลายลงในตารางดังนี้

ตัวถูกละลาย / ตัวทำละลาย	น้ำ			แอลกอฮอล			หมายเหตุ
	ละลายได้ดี	ละลายบ้าง	ไม่ละลาย	ละลายได้ดี	ละลายบ้าง	ไม่ละลาย	
จุนสี	/						ให้นักเรียนค้นคว้าสารที่เป็นตัวทำละลายชนิดอื่น ๆ อีก
เกลือ				/			
น้ำตาลทราย							
แป้ง							
ผงดิน							
นมผง							
สารส้ม							
ฯลฯ							

- นักเรียนสามารถบอกได้ว่าน้ำละลายสารได้มากกว่า
- เมื่อครูให้นักเรียนลองยกตัวอย่างสารที่ละลายน้ำ และไม่ละลายน้ำ นักเรียนสามารถยกตัวอย่างได้อย่างน้อย ๓ ชนิด
- เมื่อครูให้นักเรียนไปค้นคว้า ตัวทำละลายชนิดอื่น ๆ อีกนักเรียนควรจะสามารถค้นคว้าได้ ไม่ต่ำกว่า ๓ ชนิด

ภารกิจย่อยขั้นสุดท้าย

๑. นักเรียนสรุปได้ว่าน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี
๒. นักเรียนค้นคว้าเรื่องสารละลายและตัวทำละลายได้อีก

การประเมินผล

๑. สังเกตการปฏิบัติการของนักเรียนทุกระยะ

๒. ถามทบทวนเกี่ยวกับความหมายของสารละลายและวิธีการทดลอง

๓. อภิปรายผลการทดลอง และความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกันไป

๔. การเขียนรายงานจากการค้นคว้าเพิ่มเติม

พฤติกรรมการสอนที่ประมาณการณ์ไว้		พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการณ์ไว้		
พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด
ให้นักเรียนทราบว่าจะเรียนเรื่องสารละลายและให้ดูสังกัปแนวหน้าที่แจกให้				
ให้ นร.แต่ละกลุ่มตวงน้ำประมาณ ๒๐ ลบ.ซม.ลงในกลองพลาสติก ๖ กลอง แล้วใช้ช้อนตักขุนสี, เกลือ, น้ำตาลทราย,แป้ง, ผงดินและนมผง ประมาณ ๒ ช้อน ผสมลงไปในกลองแต่ละใบใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน แล้วสังเกตดูแต่ละอย่างว่าเป็นอย่างไร	๒. กรูแจกอุปกรณ์มีกลอง, น้ำ, สาร ๖ ชนิด, ช้อนกาว, แท่งแก้วสำหรับคน	๒. บางอย่างละลายในน้ำได้ดี บางอย่างไม่ละลายในน้ำ	๒. นร.แต่ละกลุ่มทำการทดลองตามที่ครูบอก	๒. คิดเปรียบเทียบ

พฤติกรรมการสอนที่ประมาณการณ์ไว้		พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการณ์ไว้		
พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด
ขอสังเกต แล้ว นร. ดว่าจะแยกประเภท งผสมแต่ละอย่าง ามเกณฑ์ของ นร. งได้อย่างไร	๓. ครูเขียนฐานิดของสารละลายที่ นร. แยกบนกระดาน	๓. แยกเป็น ๒ พวก ได้ไหม คือพวกหนึ่งละลายน้ำได้พวกหนึ่งละลายน้ำไม่ได้ -แยกเป็น ๓ พวก คือ - ละลายได้ดี - ละลายได้บ้าง - ไม่ละลายเลย		๓. คิดจำแนกประเภท
ร.บอกด้วยว่าสารละลายที่ นร.แยกนั้นเกณฑ์ หรือหลักของวามแตกต่างอะไร	๔. ครูเขียนเหตุผลการแยกสารละลายของ นร.บนกระดาน	๔. - จุนสีละลายน้ำได้ดี - เกลือละลายน้ำได้ดี - น้ำตาลละลายน้ำได้ดี - แป้งละลายได้บ้าง - ดินไม่ละลายเลย	๔. นร.บันทึกผลการทดลองและการสังเกตลงในสมุด	๔. คิดเปรียบเทียบและวิเคราะห์

พฤติกรรมการสอนที่ประมาณการณ์ไว้		พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการณ์ไว้		
พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด
		- นมผงละลายได้ดีในน้ำ - สารละลายจุนสีเป็นพวกเดียวกับสารละลายของเกลือ และน้ำตาลเพราะใส - พวกน้ำดิน น้ำแป้ง เป็นพวกเดียวกัน ทำให้น้ำขุ่น และตกตะกอน - นมผงละลายได้ดีแต่ขุ่น		
. นร.ลองเสนอวิธีการที่จะแยกความแตกต่างของสารละลายที่ นร.แบ่งให้ซัดเจนอีกชิ . นร.คิดว่าถ้ากรองสารละลายทั้งหมดจะเป็นอย่างไรบ้าง		๕. -ลองตั้งทิ้งไว้นาน ๆได้ไหม ๖. -สารละลายที่ใสจะไม่มีสิ่งติดก้างบน		๕. คิดกาดกะเน

พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการณ์ไว้

	ทำ	คิด
	กระดาษ	
. นร.ลองคิดซิว่าอะไ จะค้างบนกระดาษ กรองบ้าง	๗. ดิน,แป้ง,นมผง ใช่ไหม	
. นร.ลองทดลอง กรองแล้วสังเกตดู ระดาษกรองนั้นต้อง พับให้เข้ารูปกับกรวย เล้วใช้น้ำหยดให้เปียก ่วจะกรองได้สะดวก)	๘. นร.ทำการ ทดลองกรอง สารละลาย ทั้ง ๖ ชนิด	
. นร.สังเกตการ กรองแล้วเป็น อย่างไร	๙. -สารละลายจุน สีกรองได้สบาย ไม่มีอะไรติด ก้างอยู่ -น้ำเกลือ,และ น้ำผสมน้ำตาล ก็เช่นเดียวกัน -นำแป้งกรอง ได้น้ำใส แต่มี แป้งติดค้างอยู่	

พฤติกรรมการสอบที่ประมาณการณ์ไว้		พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการณ์ไว้		
พูด		พูด	ทำ	คิด
		-น้ำดิน มีดินติดค้างอยู่ ได้น้ำใส -น้ำนม กรองยากมีผงขาวติดอยู่		
๐. ถ้าเป็นน้ำนมบริสุทธิ์ จะไม่ก้างอยู่บนกระดาษกรอง ร.คิดว่านมผงทั่วไปทำจากอะไร		๑๐.-ระเหยน้ำนมให้แห้งใช่ไหม -นมแห้ง ผสมแป้งใช่ไหม		๑๐. คิดโยงความสัมพันธ์
๑. นร.เห็นว่าน้ำแป้งมีปังค้างอยู่บนกระดาษกรอง ฉะนั้น นร.คิดว่าจะเป็นไปได้ไหมที่นมผงสมกับแป้ง		๑๑.-อาจเป็นไปได้ -จริงเพราะนมมักผสมกับแป้ง จึงไม่ใส		
๒. จากการกรองสารละลายแล้ว นร.จะแยกระเภทได้อย่างไรอีก	๑๒. ครูจดการแยกสารละลายของ นร.บนกระดาน	๑๒.-พวกจุนสี,น้ำเกลือ,น้ำเชื่อม, น้ำนม ลอดกระดาษกรองได้ -พวกน้ำแป้ง, น้ำดิน ส่วนที่เป็นน้ำไหลลงมา แต่แป้งและดินติดค้างอยู่		๑๒. คิดแยกประเภท

พฤติกรรมการสอนที่ประมาณการณ์ไว้	พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการณ์ไว้	
พูด		กิด
. ปกติเราจะทำน้ำ ๆ ให้ใส ทำได้ างไร	๑๓.-ทิ้งไว้ให้มันตกตะกอน -แกว่งสารส้ม	๑๓., คิดโยงความสัมพันธ์
. นร.คิดว่ามีอย่างอีกไหม		
. น้ำขุ่นเมื่อแกว่งสารแล้ว ทำไมจึงใส	๑๔.-สารส้มไปทำให้สิ่งที่ปนอยู่กับน้ำรวมตัวกัน แล้วตกตะกอนใช่ไหม -สารส้มตกตะกอนแล้วพาสิ่งเจือปนไปด้วยใช่ไหม	๑๔. นร.ดูสังกัปแนวหน้า
. ถ้าเช่นนั้น นร.ลองสารละลายของสารส้ม น้ำจุนสี และน้ำนมดูซิเป็นอย่างไร	๑๖.-สารละลายจุนสีไม่เปลี่ยนแปลงแต่น้ำนมเป็นก้อนเต็มไปหมด	๑๖. นร.เทสารละลายของสารส้มลงในสารละลายของจุนสี และน้ำนม
. ถ้าเป็นเช่นนั้น นร.ให้สารละลายจุนสีกับรละลายของนมเป็นกเดียวกันได้ไหม	๑๗. ไม่ได้	

๘. โพราะอะไรหรือ

๑๘. เราแยกนม
ออกจากน้ำโดยใช้
สารส้มได้ แต่แยก
จุนสีไม่ได้ใช่ไหม

๙. สารละลายแบบจุนสี
ราเรียกว่า สารละลาย
ท้จริง สารละลายแบบ
มเรียกสารละลายคอล-
อยด์ สารละลายแบบน้ำ
ป้งเรียกสารละลายซัส-
เพนชั่น
าเช่นนี้ นร.ลองให้กำ
จำกัดกวามของสารละลาย
ต่ละชนิดซิ

๑๙. ครูช่วยเขียนกำ
สรุปคำจำกัดความของ
สารละลายบนกระดาน
ดำ

๑๙.-สารละลายที่
แท้จริง คือเป็นของ
ผสมเนื้อเดียวกัน

-สารละลายซัส
เพนชั่นนั้น เป็นของ
ผสมที่ไม่เป็นเนื้อ
เดียวกัน เราสามา ถ
แยกสิ่งที่ผสมอยู่ได้
โดยการตกตะกอน
หรือกรอง

-สารละลาย
คอลลอยด์ คือของ
ผสมเนื้อเดียวกันกับ
ตัวทำละลาย แต่แยก
ตัวถูกละลายด้วยการ
กรองไม่ได้

๑๙. นร.จด
บันทึกลงสมุด

๑๙. คิดสังเคราะห์

คิด

. นร.ลองยกตัวอย่างรละลายแต่ละชนิดสักอย่างซิ

๒๐. สารละลาย(แท้จริง) เช่น น้ำส้ม, น้ำหมึก สารละลายคอลลอยด์ เช่น น้ำสบู่ น้ำกะทิ สารละลายรัสเพนชั่น เช่น น้ำผสมทราย น้ำผสมดิน

๒๐. อ้างอิง

. นร.คิดว่าถ้าเราไม่มีน้ำ แต่เติมสารส้มสงอย ๆ จะละลายได้ต่อไหม

๒๑.-อาจจะได้
-เมื่อเติมไปสักหน่อย แล้วมันอาจจะไม่ละลาย

. นร.ลองทดลองดู

๒๒. ละลายได้อีกประมาณ ๑๐ ช้อนก็ไม่ละลายแล้ว

๒๒. นร.ทำการทดลองละลายสาส้มลงในน้ำต่อไป

. คนอื่นเป็นอย่างนี้บ้างม

๓.-เป็นเหมือนกัน
-ยังสามารถละ-ลายได้อีก

. ถ้าใครยังละลายได้ก็ละลายต่อไป สำหรับรที่มันไม่สามารถละลายแล้ว ณ จุดนั้น อุณหภูมินั้น

๔.-คือสารละลายไม่สามารถละลายวัตถุละลายได้อีกเลย ที่อุณหภูมินั้น

พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการณ์ไว้

		ผล	ทำ	คิด
าเรียกว่า<u>สารละลาย</u>				
ตัว นร.จะให้คำจำกัด				
มของสารละลายอิ่ม				
ด้อย่างไร				
. นร.คิดว่าถ้ามีไม่		๒๕.-คนนาน ๆ ได้		๒๕. กิดคาดกะเน
ายต่อไปอีกแล้ว เรา		ไหม		และตั้งสมมติฐาน
ทางทำให้มันละลาย		-ยกขึ้นตั้งไฟได้		
ปได้อีกด้วยวิธีใด		ไหม		
		-ต้มให้เดือดแล้ว		
		ใส่ตัวถูกละลายไปอีก		
		ได้ไหม		
ร.ลองทดลองดู		๒๖.-พอตั้งไฟแล้ว	๒๖. นร.ทดลอง	
		ละลายได้อีก	ยกสารละลายขึ้น	
			ตั้งไ	
นร.ลองเติมไปเรื่อย		๗.-อาจจะได้		
เดว่าจะละลายได้		-อาจจะไม่ได้		
ไปไหม				
เมื่อถึงจุดหนึ่ง ถ้ามัน	๒๘. ครูเขียนคำตอบ	๘. คือสารละลาย	๒๘. นร.จดลง	
ายอีกแล้ว เราจะ	ของ นร.บนกระดาน	ี่ละลายตัวถูกละลาย	สมุด	
า <u>สารละลายอิ่มตัว</u>	ดำ	เมื่อร้อน แล้วไม่		
		สามารถละลายต่อไป		
		ด้อีก		

ร.คิดว่าจะให้คำจำกัด
ามว่าอย่างไร

. สำหรับสารละลาย
ตัว เมื่อตั้งไฟมันละ-
ยได้อีก พอทิ้งให้เย็น
อุณหภูมิเดิม นร.คิด
สารที่เกินนั้นจะเป็น
่างไร

. สำหรับเรื่องนี้ นร.
ได้เรียนต่อไปอีก ใน
เรียนต่อไป

๒๙.-ตกตะกอน
-ตกผลึก

หมายเหตุ สำหรับข้อ ๒๘-๓๐ ถ้ามีเวลาหรือนักเรียนสนใจ ก็ให้ทำต่อไป หรือ
มาศึกษานอกเวลาก็ได้ หรือให้นักเรียนไปค้นคว้าต่อ

. ครั้งแรก นร.ลอง
น้ำละลายสาร ต่าง ๆ
อย่าง กราวนี้ลอง
ลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์
.คิดว่ามันจะละลายได้
งอนกันไหม

๓๑.-อาจจะเหมือนกัน
-อาจจะต่างกัน

๓๑. นร.ทำ
การทดลองทำ
สารละลาย
โดยใช้แอลกอ-
ฮอล เป็นตัว
ทำละลาย

๓๑. คิดคาดคะเน

พฤติกรรมการสอนที่ประมาณการณ์ไว้		พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการณ์ไว้		
พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด
๑. เมื่อทดลองแล้ว นร. ทึกผลลงในตารางด้วย พื่อเปรียบเทียบกับน้ำ			๓๒. นร. บันทึกผลการทดลองลงในตารางในสมุด	
๓. ถ้วถูกละลายส่วนใหญ่ ละลายในน้ำหรือแอล-อฮอลได้ดีกว่ากัน		๓๓. น้ำ		๓๓. คิดเปรียบเทียบ
๔. ถ้า นร. ดูสังกัปแนวน้ำ ข้อ ๓. นร. จะรียกน้ำว่าอย่างไร		๓๔. น้ำเป็นตัวทำ-ละลายที่ดี	๓๔. นร. บันทึกลงสมุด	๓๔. กิดแยกประเภท
๕. นร. ลองคิดซิว่าสารดบ้างที่ละลายในน้ำได้ ละละลายในน้ำไม่ได้ ๕ ชนิด)		๓๕.-ด่างทับทิม, กรดกำมะถัน, CO_2, คลอรีน, แอลกอฮอล -ทราย เงิน หิน ถ่าน แก้ว กระดาษ		
๖. นร. คิดว่ามีสารย่างอื่นที่นอกจากน้ำและอลกอฮอลที่สามารถใช้ป็นตัวทำละลายได้ไหม		๓๖. -มี		
๗. ให้ นร. ไปค้นคว้าาให้มากที่สุด(อย่างน้อย) จากหนังสือแบบเรียนทยาศาสตร์ หรือแบบ			๓๗. นร. ไปค้นคว้าเรื่องตัวทำละลายมาบันทึกลงในสมุด	

พฤติกรรมการสอนที่ประมาณการณ์ไว้		พฤติกรรมการเรียนที่ประมาณการณ์ไว้		
พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด
ียนเคมีเกี่ยวกับตัวทำ ลายอย่างอื่น แล้ว ึกลงสมุด				