

๖๐๗.๑๗

๖๖๖๖๐

๙.๓

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๑
ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ปริญาพนธ์

ของ

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์

๘ ก.ย. ๒๕๓๕

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

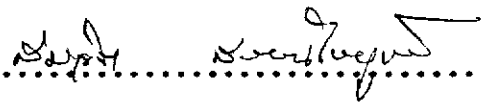
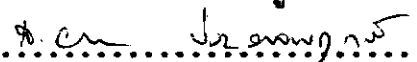
ตามหลักสูตรปริญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มกราคม ๒๕๓๕

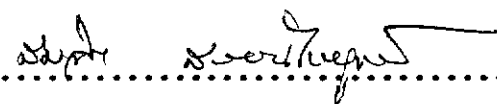
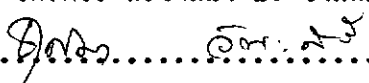
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

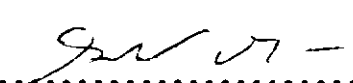
คณะกรรมการควบคุม

.....  ประธาน
(ผศ. สมจิต สวณไพบูลย์)
.....  กรรมการ
(รศ.ดร. ส.วาสนา ประวาสพฤกษ์)

คณะกรรมการสอบ

.....  ประธาน
(ผศ. สมจิต สวณไพบูลย์)
.....  กรรมการ
(รศ.ดร. ส.วาสนา ประวาสพฤกษ์)
.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่ ๒๑... เดือน... พ.ศ. ๒๕๓๕

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวณไพบลีย์ รองศาสตราจารย์ ดร. ส.วาสนา ประवालพุกษ์ และอาจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัย รู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะกรรมการพัฒนาบุคลากร มหาวิทยาลัยรามคำแหง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อุษณีย์ โพธิ์สุข อาจารย์ ดร.ธำรงสิน เจียรตระกูล อาจารย์ สมปอง ภูวรางกุล และขอขอบคุณ อาจารย์ เบญจมาศ สิ้นประเสริฐ ที่กรุณาให้เอกสารคำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบคุณ คุณสุเทพ กิตติสุนทร และ คุณเบญจพร ทวีโกศ ที่ได้ช่วยเหลือในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พอลตา บุตรสุทธีวงศ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง คณาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ขอใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 1 ปีการศึกษา 2534 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแต่ บิดา-มารดา และครู-อาจารย์ ที่อบรมสั่งสอน และวางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	11
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	11
	การพัฒนาระบบการคิด	11
	ความคิดวิจารณ์ และการคิดอย่างมีวิจารณ์	16
	ยุทธวิธีและเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถทางการคิด อย่างมีวิจารณ์	23
	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	26
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	31
	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	34
	วิธีการทางวิทยาศาสตร์	40
	เอกสารที่เกี่ยวกับการ์ตูน	42
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	46
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดวิจารณ์	46
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	51

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	59
	แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง	59
	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	60
	วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	65
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	67
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	71
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล	71
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	80
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	80
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	81
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	81
	การวิเคราะห์ข้อมูล	83
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
	อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	84
	ข้อเสนอแนะ	91
	บรรณานุกรม	94

ภาคผนวก	103
ภาคผนวก ก	104
ภาคผนวก ข	114
ภาคผนวก ค	151
ภาคผนวก ง	155
ประวัติย่อผู้วิจัย	171

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการทดลอง	66
2	สถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	72
3	สถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	73
4	สถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	73
5	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	74
6	ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	75
7	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	76
8	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อน-หลังทดลองของกลุ่มทดลอง	77
9	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อน-หลังการสอนของกลุ่มควบคุม	78
10	ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มทดลอง	79
11	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	105

12	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	107
----	--	-----

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงขั้นตอนการสอแบบสืบเสาะหาความรู้	30
2	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	32
3	แสดงความสัมพันธ์ของวิธีแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	41

บทนำ

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นมากต่อมวลมนุษยชาติให้มนุษย์สามารถดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข ทั้งยังมีส่วนทำให้สังคมและประเทศชาติเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว การที่จะนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิตและการพัฒนาประเทศ จำเป็นต้องมีการพัฒนาประชากรให้มีคุณภาพ และ (ทิสนา แชนมณี. 2533:1) เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า ความสามารถในการ "การคิด" หรือ "การคิดอย่างมีวิจารณญาณ" หรือ "การคิดเป็น" นับเป็นคุณสมบัติที่พึงปรารถนาและเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการศึกษาและการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์และสภาพปัจจุบัน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ความรู้และวิทยาการใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้บุคคลจำเป็นต้องมีทักษะในการคิด

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นสิ่งมีคุณค่าในตัวของมันเอง และการพัฒนาความสามารถทางการคิดเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการจัดการศึกษา การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงไม่ได้เป็นทางเลือกของการจัดการศึกษา หากเป็นสิ่งเดียวกันกับการศึกษาหรือเป็นอุดมการณ์ทางการศึกษา และเป็นสิทธิอันชอบธรรมของผู้เรียนที่จะได้รับการพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยถือว่าเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการจัดการศึกษา และเป็นเครื่องหมายของบุคคลที่ได้รับการศึกษา (Norris. 1985 : 40-45; Bodi. 1988 : 151)

แต่สภาพปัจจุบัน ความยากลำบากในการจัดการศึกษามีสาเหตุมาจากความจริงที่ว่านักเรียนไม่ได้รับการสอนให้รู้จักคิด เรามักจะไม่ค่อยเห็นปรากฏการณ์ของการสอน "การคิด" ถึงแม้จะได้มีการนำเอาวิธีการแบบต่าง ๆ หลาก ๆ แบบเข้ามาใช้กันอย่างแพร่หลาย สาเหตุหนึ่งก็อาจเนื่องมาจากการที่ครูผู้สอนไม่มีความเข้าใจเพียงพอในเรื่องของการคิด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิด การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันจึงต้องเปลี่ยนจากการถ่ายทอด

เนื้อหาวิชา จากครูผู้สอน โดยตรงมาเป็นการใช้ยุทธศาสตร์ในการส่งเสริม และพัฒนาสติปัญญาของนักเรียน

จุดประสงค์ของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2519 : 7) ที่กำหนดไว้ว่าเพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการพัฒนาตัวผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้กับตัวผู้เรียน ในการเรียนการสอนนั้นก็มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง ค้นคว้าหาเหตุผล โดยนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้ มีผู้เรียกว่าเป็นกระบวนการคิดบ้าง กระบวนการแก้ปัญหาบ้าง ซึ่งกระบวนการคิดนี้จะลุล่วงไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงไรย่อมขึ้นอยู่กับการใช้ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวธนไพบูรณ์. 2527 : 8)

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลายเรื่อง ผลการศึกษาพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยทักษะหลาย ๆ อย่าง และงานวิจัยหลายเรื่องนิยามทักษะการคิดแตกต่างกัน อย่างไรก็ดี เมื่อเปรียบเทียบคำนิยามเหล่านั้น พบว่า คล้ายคลึงกัน ในความหมาย จึงได้จัดกลุ่มทักษะที่ประกอบกันเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ 7 กลุ่มทักษะคือ (1) การนิยาม (Defining) (2) การกำหนดสมมติฐาน (Hypothesizing) (3) กระบวนการข้อมูล (Information processing) (4) การตีความและการสรุปอ้างอิง (Interpreting and generalizing) (5) การใช้เหตุผล (Reasoning) (6) การประเมินผล (Evaluating) และ (7) การประยุกต์ (Applying) (Decaroli. 1973 : 67-68)

ฮัดกินส์ (Hudgins. 1977 : 173-180) ได้อธิบายถึงทักษะที่ประกอบกันเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 4 ประการ คือ (1) ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญของการอ้างเหตุผล (2) ผู้เรียนจะต้องแสวงหาหลักฐานที่นำมาใช้ในการอ้างเหตุผลหรือการลงข้อสรุป (3) ผู้เรียนจะต้องพิจารณาไตร่ตรองและประเมินทั้งหลักฐานที่นำมาใช้และลักษณะการใช้เหตุผล (4) ผู้เรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐานที่เกี่ยวข้องกับการอ้างเหตุผล ส่วน ควอลล์มอลซ์ (Quellmalz. 1985 : 29-32) ได้สรุปความคล้ายคลึงกันของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างทฤษฎีของนักจิตวิทยากับทฤษฎีของนักปรัชญา ใน 4 ขั้นตอนย่อยของกระบวนการดังนี้ (1) ขั้นการนิยามปัญหา (2) ขั้นการระบุปัญหา (3) ขั้นการนำข้อมูลมาประกอบเพื่อการแก้ปัญหา

(4) ขึ้นประเมินความสำเร็จของคำตอบ และ นีดเลอร์ (Kneedler. 1987 : 303) ได้กำหนดรายการทักษะต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 3 กลุ่ม คือ 1. การนิยามและการทำความเข้าใจกับปัญหา 2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา และ 3. การแก้ปัญหาหรือการลงข้อสรุป

ในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนนั้น ผู้เชี่ยวชาญต่างมีความเห็นสอดคล้องกันว่า ควรบูรณาการทักษะการคิดลงไปในเนื้อหาของหลักสูตรที่มีอยู่เดิม โดยให้เหตุผลว่า การหลอมรวมทักษะการคิดเข้าไปในหลักสูตรเดิมจะไม่เป็นการเพิ่มรายวิชาขึ้นมาใหม่ ไม่เป็นการเพิ่มเนื้อหาในหลักสูตร และไม่เป็นการเพิ่มภาระให้แก่ครู ทั้งครูและนักเรียนจะเกิดความตระหนักว่าทักษะทางการคิดสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในทุก ๆ กิจกรรม ไม่จำเป็นจะต้องใช้เฉพาะเวลาที่มีการสอนคิดเท่านั้น (Marzano and Arredondo. 1986 : 20) การเรียนรู้ของนักเรียนจะมีความหมายและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น

ถึงแม้หลักสูตรและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของไทยจะมีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สอดคล้องและเหมาะสมกับสภาวะการณปัจจุบันก็ตาม แต่การสอนวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนแต่ละคนให้ได้ผลดีตามความต้องการของทุกคนนั้นเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยาก ทำให้มองเห็นความจำเป็นที่ต้องนำเอายุทธวิธีการสอนและสื่อทางการศึกษาเข้ามาใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (สงบ ลักษณะ. 2533 : 3-4) การเรียนรู้ของนักเรียนตามแนวหลักสูตร ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ครูผู้สอนจะเป็นหัวใจสำคัญของการบรรลุผลตามเป้าหมายของหลักสูตร ครูต้องสามารถนำเอาความมุ่งหวังของหลักสูตรมาแปลเป็นภาคปฏิบัติในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะต้องใช้การสอนที่หลากหลาย เช่น สอนอย่างไรเด็กจึงจะตระหนัก และสอนอย่างไรเด็กจึงจะพัฒนากระบวนการคิด ซึ่งการสอนที่จะให้เด็กเกิดทักษะกระบวนการดังกล่าวนี้ครูจะต้องเน้นการจัดกิจกรรมเชิงกระบวนการ

จากสภาพการณ์แนวความคิด และข้อค้นพบที่สำคัญของนักการศึกษาดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาว่า ถ้าจัดกระบวนการเรียนการสอน โดยใช้เนื้อหาวิชาที่สอนตามปกติในโรงเรียนเป็นสื่อในการจัดกิจกรรมเพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเปรียบเทียบกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครู (สสวท.) จะมีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างไร

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครู
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังจากการได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู
6. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบว่า การสอนที่เน้นการจัดกระบวนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะมีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนอย่างไร ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ จำนวน 6 ห้องเรียน รวม 240 คน
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก บางกะปิ กรุงเทพฯ จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีนักเรียนกลุ่มละ 40 คน
 - กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองใช้เวลาดทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่ม เป็นเวลา 7 สัปดาห์
4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ว. 101 บทที่ 3 เรื่อง สารรอบตัว (ฉบับปรับปรุง) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ
 - 5.1.1 การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 5.1.2 การสอนตามคู่มือครู
 - 5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 5.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2.3 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การดำเนินการหรือการจัดขั้นตอนในการคิดอย่างรอบคอบ มีลักษณะการคิดจำแนกได้ 5 ด้านตามแนวความคิดของ Watson and Glaser ดังนี้

1.1 การสรุปความ (Inference) เป็นการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏในข้อความที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความคิดเห็นนั้นอาจเป็นจริงหรืออาจบอกไม่ได้ว่าเป็นจริง ในกรณีข้อมูลยังไม่เพียงพอ

1.2 การกำหนดข้อสันนิษฐาน (Recognition of Assumption) เป็นการคิดพิจารณาข้อความที่สมมติขึ้น หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้และตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

1.3 การตีความ (Interpretation) เป็นการคิดอธิบายลักษณะของข้อมูลภายใต้เรื่องราวที่กำหนดไว้

1.4 การนิรนัย (Deduction) เป็นการคิดพิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผล โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุ และอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมด เพื่อสรุปเป็นผลของข้อความนั้น

1.5 การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of argument) เป็นการตีคุณค่าหรือประเมินคำตอบหรือข้อสรุปของข้อความที่กำหนดเพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล

2. การจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การจัดกระบวนการสอนที่ใช้เนื้อหาวิชาเป็นสื่อกลาง ประกอบด้วย กิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การอภิปราย การตอบคำถาม การทดลอง และการสรุปผลอันเป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้ในส่วนที่เป็นข้อเท็จจริง และความรู้ในวิธีดำเนินการ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้

2.1 ขั้นตอนการตระหนักและมองเห็นปัญหา คือ ขั้นตอนที่ครูต้องทำให้นักเรียนสนใจปัญหาร่วมกัน ด้วยการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด โดยใช้การตั้งคำถามเรื่องวิทยาศาสตร์เป็นสถานการณ์ของปัญหา ประกอบด้วย

2.1.1 นักเรียนศึกษาเรื่องราวจากการตั้งสถานการณ์ ให้นักเรียนวิเคราะห์หาปัญหา แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาและเรื่องราวในการตั้งสถานการณ์

และลงข้อสรุปของปัญหา

2.1.2 นักเรียนนำปัญหาจากการตั้งสถานการณ์มาคิดพิจารณาเพื่อคาดการณ์ล่วงหน้าเป็นการตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับนำไปตั้งสมมติฐานการทดลองต่อไป

2.1.3 นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากเอกสารที่กำหนดให้

การตั้งฉากเรื่องวิทยาศาสตร์ หรือการตั้งประกอบเรื่อง หมายถึง ภาพวาดที่เขียนขึ้นในลักษณะที่เป็นภาพลายเส้น จัดลำดับเนื้อเรื่องโดยใช้เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ว.101 เรื่องสารรอบตัว นำมาผู้เรื่องสั้นเป็นตอน ๆ ตอนละ 30-40 กรอบ วางเนื้อเรื่องในลักษณะที่ต่างกันโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อถ่ายทอด ความคิด ทักษะ อารมณ์ และเรื่องราวต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ สามารถมองเห็น รู้ และเข้าใจปัญหา

2.2 ขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน

2.2.1 นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลอง เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการทดลอง

2.2.2 นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อทำความเข้าใจในปัญหา วางแผนการทดลอง ระบุวิธีการทดลอง และขั้นตอนการทดลองร่วมกัน

2.2.3 นักเรียนรวบรวมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและระบุการบันทึกข้อมูลที่ต้องใช้ในการทดลอง

2.3 ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง ประกอบด้วย

2.3.1 นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในขั้นการวางแผน

2.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง ตามขั้นตอนการดำเนินการ โดยการนำข้อมูลจากการทดลองมาตีความ

2.3.3 ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์จากข้อความที่กำหนดให้

2.3.4 นักเรียนตรวจสอบผลการทดลอง เพื่อยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน โดยการคิดพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เพื่อสรุปเป็นผลของการทดลอง

2.4 ขั้นสรุปผลการเรียนรู้ นักเรียนนำผลสรุปของการทดลองมาคิดพิจารณาเพื่อตีค่า/ประเมิน ข้อความที่สรุปนั้นว่าสมเหตุสมผลหรือไม่เพียงไร

3. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่สถาบันส่งเสริมการสนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดขึ้น ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 การอภิปรายก่อนการทดลองเกี่ยวกับปัญหา จุดประสงค์ของการทดลอง และวิธีการทดลอง

3.2 การทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบเรียน

3.3 การอภิปรายหลังการทดลอง นำผลการทดลองมาอภิปราย และตอบคำถามที่กำหนดไว้ เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการตอนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารรอบตัว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมจำแนกพฤติกรรมออกเป็น 6 ด้านคือ

4.1 ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คีฬา กฎ หลักการ แนวคิด และทฤษฎี

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอภิปราย จำแนก เขียนภาพประกอบ จับใจความ ขยายความได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่งได้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คีฬา กฎ หลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือแตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.4 ด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหา ความรู้ใดความรู้หนึ่งออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ และสามารถเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบย่อย ๆ ทั้งหลายนั้น รวมถึงลักษณะการจัดเข้าเป็นระบบของส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านั้นด้วย

4.5 ด้านสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมส่วนประกอบย่อย ๆ

ทั้งหลายให้รวมเข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์ รวบรวม และจัดระบบระเบียบของส่วนประกอบทั้งหลายให้อยู่ในรูปลักษณะที่เป็นที่เข้าใจชัดเจนขึ้นกว่าเดิม

4.6 ด้านการประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการตัดสินประเมินค่าความคิด ผลงาน คำตอบ หรือวิธีการต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการใช้ความรู้ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ประสมประสานกัน เพื่อพัฒนาเกณฑ์ในการ ประเมินค่าสิ่งต่าง ๆ

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะแสวงหา ความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดความคล่องแคล่วและชำนาญ ซึ่ง วัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำแนกตาม ทักษะต่าง ๆ ดังนี้

5.1 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุสิ่งของที่อยู่ ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความ เหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

5.2 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการ สังเกต การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียง ลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้น ๆ ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ เขียนบรรยาย เป็นต้น

5.3 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

5.4 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

5.5 ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขต ของตัวแปร หรือคำต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

5.6 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ และการควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่ยังไม่ต้องการที่จะศึกษา

5.7 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

5.8 ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการที่จะบรรยายลักษณะหรือบอกความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ การบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติ ตลอดจนบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

6. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดอย่างไตร่ตรองเกี่ยวกับการตัดสินใจข้อโต้แย้งหรือสาเหตุต่าง ๆ เพื่อสรุปเป็นข้อยุติอย่างเหมาะสม ได้แก่ สามารถแยกความจริงออกจากความคิดเห็นได้ บอกได้ถึงข้อจำกัดของข้อมูล สรุปความจากข้อมูลที่ให้ไว้ได้อย่างถูกต้อง และบอกได้ว่าข้อตกลงเบื้องต้นที่มีอยู่หลังการสรุปคืออะไร ซึ่งวัดได้จากการตอบข้อคำถามในแบบทดสอบที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบ จำนวน 3 ฉบับ ฉบับที่ (1) Critical Thinking Appraisal ของ Watson-Glaser Form A. (2) แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของ วีระ เมืองช้าง (2525 : 23-25) ปรับปรุงมาจากฉบับที่ 1 และ (3) แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของ เบญจมาศ สันประเสริฐ (2537 : ม.ป.น) ปรับปรุงมาจากฉบับที่ 2 โดยครอบคลุมลักษณะต่าง ๆ 5 ด้าน ดังนี้

1. การสรุปความ (Inference)
2. การกำหนดข้อสันนิษฐาน (Recognition of Assumption)
3. การตีความ (Interpretation)
4. การนิรนัย (Deduction)
5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ✕

1. การพัฒนากระบวนการคิด
2. ความคิดวิจารณ์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. ยุทธวิธีและเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์
8. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการ์ตูน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดวิจารณ์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

✓ 1. การพัฒนากระบวนการคิด

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า ความสามารถในการ "การคิด" หรือ "การคิดอย่างมี
วิจารณญาณ" หรือ "การคิดเป็น" นับเป็นคุณสมบัติที่พึงปรารถนาและเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของ
การศึกษาและการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์และสภาพปัจจุบัน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลง
อยู่เสมอ ความรู้และวิทยาการใหม่ ๆ ซึ่งเพิ่มอย่างรวดเร็วทำให้บุคคลทั้งหลายจำเป็นต้องมีทักษะ

ใน "การคิด" เพื่อที่จะช่วยให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติสุข ในสังคมที่ซับซ้อนและเต็มไปด้วยปัญหาต่าง ๆ บุคคลจำเป็นต้องใช้การตัดสินใจอยู่เสมอ และการตัดสินใจที่ดีนั้นก็ต้องอาศัยความสามารถในการคิดเป็นพื้นฐาน จุดประสงค์หลักของการศึกษาก็คือ การสอนให้ผู้เรียนคิดเป็น แต่ก็เป็นที่น่าแปลกใจว่า ไม่ว่าเราจะเข้าไปในห้องเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา หรือ อุดมศึกษาใด ๆ ก็ตาม เรามักจะไม่ค่อยได้เห็นปรากฏการณ์ของการสอน "การคิด" ถึงแม้ว่าจะได้มีการนำเอาวิธีการสอนแบบต่าง ๆ หลาย ๆ แบบเข้ามาใช้กันอย่างแพร่หลาย (ทิสนา แชมมณี. 2533 : 1)

เหตุใดการสอนให้ผู้เรียนคิดเป็นจึงเป็นสิ่งที่ถูกละเลย สาเหตุหนึ่งก็อาจเนื่องมาจากการที่ครูผู้สอน ไม่มีความเข้าใจอย่างเพียงพอในเรื่องของ "การคิด" ครูอาจไม่ทราบวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเสริมสร้างการคิดและประการสำคัญก็คือ ครูไม่ได้ตระหนักว่าการคิดเป็น หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น มีพื้นฐานและต้นกำเนิดมาจาก Cognitive Domain หรือองค์ประกอบของสติปัญญาด้านความรู้

๒. ลักษณะที่สำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ในที่นี้คำว่า "การคิดอย่างมีวิจารณญาณ" "การคิดเป็น" "การคิดอย่างมีเหตุผล" "การคิดตามหลักวิทยาศาสตร์" ถือว่า มีความหมายเดียวกันทั้งสิ้น

กิติมา ปรีดีติลล (2520 : 127) ได้อ้างถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามหลักพุทธศาสนาว่า พระพุทธเจ้าทรงสอนให้รู้จักคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยยึดหลักอริยสัจสี่ อันได้แก่ ทุกข์ สมุทัย นิโรธ มรรค ซึ่งการสอนตามขั้นอริยสัจสี่คล้ายคลึงกับการสอนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) มาก นั่นคือ สอนโดยการตั้งปัญหา หาสมมติฐาน เก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser. 1964 : 10) ได้กล่าวถึง "การคิดอย่างมีวิจารณญาณ" ว่าประกอบไปด้วยทัศนคติ ความรู้ และทักษะ ในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทัศนคติในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบไปด้วยความสามารถในการเห็นปัญหาและความต้องการที่จะสืบเสาะค้นหาข้อมูล หลักฐานมาพิสูจน์ เพื่อหาข้อเท็จจริง
2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง และการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล

3. ทักษะในการใช้ความรู้และทัศนคติดังกล่าวข้างต้น

จากผลของการวิจัยต่าง ๆ วัตสันและเกลเซอร์ ได้สรุปว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบไปด้วยความสามารถย่อย ๆ 5 ประการคือ ความสามารถในการอ้างอิง การตั้งสมมติฐาน การนิรนัย การแปลความ และการประเมินข้อโต้แย้งต่าง ๆ ซึ่งเขาทั้งสองได้ร่วมกันสร้าง เครื่องมือที่จะใช้วัดความสามารถของบุคคลในด้านต่าง ๆ 5 ด้านนี้

ส่วนดเรสเซล (Dressel . 1957 : 179-181) เชื่อว่ากระบวนการในการคิดเป็น นั้นประกอบไปด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามลำดับดังนี้คือ

1. การเห็นปัญหา พบปัญหา หรือวิเคราะห์หาปัญหา
2. การตั้งปัญหา แยกแยะให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน ระหว่างข้อเท็จจริงและสมมติฐานและการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ
3. การเสนอแนวทางแก้ปัญหาหรือเสนอแนะคำตอบ
4. การเลือกสมมติฐานเพื่อการทดสอบ
5. การคาดคะเนผลลัพธ์

นักการศึกษาส่วนใหญ่เห็นตรงกันว่า จุดเริ่มต้นของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือการเห็นปัญหา สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ ต่อจากนั้นคือการพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและตัดสินใจเลือกทางเลือกต่าง ๆ โดยยึดเหตุผลเป็นหลักสำคัญ ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า การคิดอย่างมี วิจารณญาณ โดยทั่วไปจะมีขั้นตอนดังนี้

1. การตระหนักและเห็นปัญหาที่มีอยู่
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การคิดหาวิธีทดสอบสมมติฐาน
4. การรวบรวมข้อมูลและข้อเท็จจริงต่าง ๆ
5. การรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน
6. การสรุปผลหรือสรุปคำตอบ

ขั้นตอนต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นนี้จะเห็นว่า แท้ที่จริงแล้วก็คือขั้นตอนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

ลักษณะลำดับขององค์ประกอบของสติปัญญาด้านความรู้ (Cognitive Domain)

องค์ประกอบของสติปัญญาด้านความรู้จะประกอบไปด้วย

1. การระลึกและจำความรู้นั้นได้
2. ความสามารถในการพัฒนาทางสติปัญญา

เบญจามิน เอส บลูม และคณะ (Bloom and others. 1956 : 201-207) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของสติปัญญาด้านความรู้ดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้เป็นชั้นตามลำดับดังนี้ คือความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว ปัญหาที่สามารถตอบได้โดยอาศัยความรู้ความจำ จะเป็นปัญหาที่ตอบได้ง่ายกว่า ปัญหาที่ต้องอาศัยความเข้าใจ ในทำนองเดียวกัน ปัญหาที่ต้องอาศัยความเข้าใจก็จะเป็นปัญหาที่ตอบได้ง่ายกว่าปัญหาที่ต้องอาศัยความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ และที่ยากยิ่งไปกว่านั้น ก็คือปัญหาที่ต้องใช้ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการตัดสินใจประเมินคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่งนับเป็นทักษะทางสติปัญญาที่ต้องอาศัยความสามารถขั้นสูงสุด แต่ละลำดับชั้นขององค์ประกอบของปัญหาด้านความรู้ มีรายละเอียดอย่างย่อ ๆ ดังนี้

๑ ความรู้ เป็นลำดับขั้นต่ำสุดขององค์ประกอบของสติปัญญาด้านความรู้ ชั้นนี้ประกอบไปด้วยความสามารถใน

- การระลึกและจำความรู้นั้น ๆ ได้
- การให้ความหมาย
- การจัดลำดับหมวดหมู่
- การบอกกฎเกณฑ์ หลักการหรือทฤษฎีได้

ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมายและจุดประสงค์ของเนื้อหาความรู้นั้น ๆ ความเข้าใจในที่นี้จะประกอบไปด้วย ความสามารถในการแปลความตีความ และการขยายความ

การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการจดจำข้อมูลต่าง ๆ และนำความเข้าใจไปใช้ในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ ๆ

การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหา ความรู้ใดความรู้หนึ่งออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ และสามารถเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบย่อย ๆ ทั้งหลายนั้น

รวมถึงลักษณะการจัดเข้าเป็นระบบของส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านั้นด้วย

การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมส่วนประกอบย่อย ๆ ทั้งหลายให้รวมเข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์ รวบรวมและจัดระบบระเบียบของส่วนประกอบทั้งหลายให้อยู่ในรูปลักษณะที่เป็นที่เข้าใจชัดเจนขึ้นกว่าเดิม ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการสังเคราะห์เป็นพฤติกรรมเกื้อหนุนและส่งเสริมต่อ "การคิดเป็น" โดยตรง

การประเมินค่า นับเป็นขั้นสูงสุดของการพัฒนาสติปัญญาด้านความรู้ หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจประเมินค่าความคิด ผลงาน คำตอบ หรือวิธีการต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการใช้ความรู้ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ ประสมประสานกัน เพื่อพัฒนาเกณฑ์ในการประเมินค่าสิ่งต่าง ๆ

ขั้นของการพัฒนาสติปัญญาด้านความรู้ 6 ขั้น ดังกล่าวข้างต้น เป็นผลงานของเบนจามิน เบลล์ บลูม และคณะ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ ซึ่งกล่าวว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลทั่วไปจะมีอยู่ 4 ขั้นใหญ่ ๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วยพฤติกรรมที่ล้วนแต่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของบุคคล อันได้แก่ การรับรู้ การเรียนรู้ การระลึกได้ และการสรุป

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนาการคิด

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้จากกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามควรควรตระหนักว่า "การคิดเป็น" ไม่ใช่เป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้โดยอัตโนมัติ ครูจำเป็นต้องหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะช่วยให้สิ่งนี้เกิดขึ้น เช่น การให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ได้มาก ทั้งนี้ปัญหาในการฝึก ก็ควรจะเป็นปัญหาที่ท้าทายความสนใจของผู้เรียนมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียน หรือชีวิตประจำวันของผู้เรียน และเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่สามารถตอบได้ในตอนเริ่มต้น นอกจากนั้นก็ควรที่จะอยู่ในความสามารถของผู้เรียนที่จะแสวงหาคำตอบได้ไม่ยากจนเกินไป ในบางครั้งครูผู้สอนอาจจำเป็นต้องสร้างปัญหาขึ้นมาให้ผู้เรียนขบคิด ในบางครั้งปัญหาอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในห้องเรียนหรือจากประสบการณ์ต่าง ๆ ปัญหาที่ผู้เรียนได้ฝึกคิดควรจะเริ่มจากง่ายแล้วนำไปสู่ระดับที่ยากขึ้น ครูอาจให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานหลายสมมติฐานเพื่อการทดสอบ ครูอาจจำเป็นต้องช่วยผู้เรียนในการตั้งสมมติฐานในตอนต้น ๆ เมื่อผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ และเรียนรู้มากขึ้นแล้ว ผู้เรียนก็จะสามารถลงมือทำเองได้ ต่อไปครูอาจจะ

ให้ความรู้ในเรื่องการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น เราควรหาข้อมูลอะไร เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยตรงได้อย่างไร ข้อมูลแค่ไหนจึงจะเพียงพอและควรจะใช้เวลานานเท่าไรในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น ในขั้นตอนของการทดสอบสมมติฐาน ผู้เรียนควรจะได้ฝึกการใช้การอ้างอิงการนิรนัย และการใช้หลักการวิทยาศาสตร์หรือหลักเหตุผลในการสรุปผล ครูควรทำหน้าที่เป็นผู้สร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากสืบเสาะ และค้นหาคำตอบจนเป็นที่พอใจ (ทศนา แชนมณี. 2533 : 3)

ปัญหาที่เหมาะสมในการฝึกให้ผู้เรียน "คิดเป็น" มักจะเป็นปัญหาที่ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง เพราะปัญหานั้นจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจเลือก โดยอาศัยหลักฐานการอ้างอิง การนิรนัย การแปลความและการประเมินค่า ตามความคิดของตนได้อย่างเต็มที่

จากการศึกษาเรื่องการพัฒนากระบวนการคิดนี้ ทำให้ทราบว่ากระบวนการในการคิดจะเกิดขึ้นไม่ได้ หากนักเรียนไม่ได้รับการฝึกฝนเพียงพอ และการคิดเป็นไม่สามารถเกิดขึ้นได้จากการที่ครูบอกนักเรียนว่า ควรจะทำอะไร อย่างไร และเมื่อไร ดังนั้น เพื่อให้เป็นไปตามจุดประสงค์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงคิดที่จะศึกษาและจัดกระบวนการสอนการคิด โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรม ซึ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้คือ (1) ขั้นตระหนักและมองเห็นปัญหา (2) ขั้นการตั้งสมมติฐาน (3) ขั้นปฏิบัติการทดลอง (4) ขั้นสรุปผล เพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดการพัฒนากระบวนการคิดตามขั้นตอนดังกล่าว

2. ความคิดวิจารณ์ (Critical Thinking)

วิจารณ์ มักเป็นคำกล่าวที่ใช้อยู่ทั่วไป เมื่อมีสถานการณ์ที่ต้องใช้การตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งอย่างรอบคอบ ดังนั้น วิจารณ์จึงเป็นการคิดแบบหนึ่งที่อาศัยเหตุผลและข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจ ซึ่งการคิดแบบนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับบุคคลเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ เป็นปัญหา เพื่อตัดสินใจเลือกกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด

ผลของการคิดอย่างวิจารณ์ ทำให้บุคคลมีลักษณะต่าง ๆ ดังที่ เกรก (Craig. 1966 : 108-111) ได้รวบรวมไว้ดังนี้

1. สามารถใช้คำถามในลักษณะอธิบายเหตุการณ์ได้

2. สามารถค้นหาคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
3. ตระหนักว่า คำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์อาจถูกต้องในวันนี้ แต่อาจถูกปรับปรุงแก้ไขได้โดยนักวิทยาศาสตร์คนเดิมหรือคนใหม่ในวันข้างหน้า
4. ไม่ควรอธิบายว่าเป็นเรื่องของธรรมชาติ
5. ไม่เชื่อเรื่องวิญญาณ
6. ตระหนักว่าปรากฏการณ์บางอย่างนักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถอธิบายให้เหมาะสมได้
7. ยอมเปลี่ยนความคิดเห็น เมื่อมีหลักฐานใหม่ที่ดีกว่า
8. ไม่ใช้การเดาในการหาข้อเท็จจริง
9. ทำการทดลองซ้ำเพื่อหาข้อเท็จจริง
10. หาหลักฐานเพิ่มเติม เมื่อมีหลักฐานไม่เพียงพอ
11. ละทิ้งความคิดที่ผิด ๆ
12. เต็มใจที่จะรับการตรวจสอบคำสรุป
13. ถามถึงแหล่งความรู้ที่ถูกต้อง
14. พิจารณาคำกล่าวของคนอื่น
15. สอบถามเกี่ยวกับความเชื่อหรือความกลัวที่ไม่มีเหตุผล
16. ไม่ยอมรับความเชื่อที่ยังไม่ได้พิสูจน์
17. ตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา
18. เสนอวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน
19. ตระหนักถึงความสำคัญของความรู้ที่เชื่อถือไม่ได้
- * 20. มีความเชื่อมั่นในวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดวิจารณ์ตามแนวคิดของ เอ็นนิส (Ennis. 1962 : 81-111) ความสอดคล้องกับที่ เครก (Craig. 1966 : 108-111) ได้รวบรวมไว้ดังนี้

1. สามารถเข้าใจความหมายของข้อความและรู้เรื่องราวที่จะนำมาอ้างเพื่อสนับสนุนเหตุผลและข้อโต้แย้งต่าง ๆ
2. สามารถพิจารณาตัดสินข้อความที่คลุมเครือในเหตุผลที่เสนอและต้องมีความเข้าใจใน

ความหมายของข้อความที่แตกต่างกัน 2 ข้อความ โดยที่ข้อความแรกเป็นข้อความที่ยอมรับแล้ว ส่วนอีกข้อความนั้นจะเป็นการนำสิ่งที่ยอมรับมาประยุกต์ใช้ ถ้าข้อความทั้งสองมีความหมายตรงกันก็พิจารณาตัดสินใจว่ามีความสอดคล้องกัน แต่ถ้าข้อความนั้นมีความหมายไม่ตรงกันก็พิจารณาตัดสินได้ว่า มีความคลุมเครือในเหตุผลที่เสนอ

3. เป็นบุคคลที่สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่ขัดแย้งซึ่งกันและกันได้ เพื่อประโยชน์ในการตัดข้อความที่ขัดแย้งออก ลักษณะเช่นนี้ก็ต้องอาศัยพื้นฐานทางตรรกศาสตร์

4. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความได้ว่ามีข้อมูลเพียงพอหรือไม่
5. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อสรุปตามที่ข้อมูลสนับสนุน ได้โดยใช้การตัดสินแบบอนุมาน
6. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่มีหลักการ และนำไปประยุกต์ใช้ได้
7. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่สังเกตได้ว่าน่าเชื่อถือเพียงใด
8. สามารถพิจารณาและตัดสินเหตุผลในการลงสรุปแบบอนุมานได้
9. สามารถพิจารณาและตัดสินได้ว่า มีการกำหนดปัญหาแล้วหรือยัง
10. สามารถพิจารณาข้อความที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นได้
11. สามารถพิจารณาว่า มีค่านิยมเพียงพอหรือยัง
12. สามารถพิจารณาข้อความที่กระทำโดยผู้เชี่ยวชาญว่า เป็นที่ยอมรับได้หรือไม่

นิยามของความคิดวิจารณ์และคำอธิบายลักษณะของบุคคลที่เป็นนักวิจารณ์ตามที นักการศึกษากล่าวไว้ข้างต้นนั้น สรุปได้ว่า ความคิดวิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบในข้อความที่เป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้ง โดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนยืนยันในการตัดสินชี้ขาดตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้น เพื่อลงข้อสรุปที่ถูกต้อง ลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีความคิดวิจารณ์มีดังนี้

1. สามารถแยกความเชื่อ และศรัทธาออกจากความจริง แยกความจริงออกจากความคิดเห็นได้
2. สามารถประเมินได้ว่า มีข้อมูลที่เป็นหลักฐานเพียงพอหรือไม่ในการลงข้อสรุป
3. สามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้อง ตามข้อมูลที่กำหนดให้ หรือที่มีอยู่
4. บอกถึงข้อตกลงเบื้องต้นที่อยู่เบื้องหลังการสรุปได้
5. ลงข้อสรุป ตามหลักอนุมาน และอุปมานได้

จากความหมายของความคิดวิจารณ์ และความสำคัญของความคิดวิจารณ์ต่อบุคคล ดังกล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยคิดว่า ความคิดวิจารณ์เป็นตัวแปรตัวหนึ่งที่น่าสนใจจะศึกษาและควรปลูกฝังให้เกิดแก่นักเรียน โดยการจัดกิจกรรมเพื่อปลูกฝังความคิดวิจารณ์ด้วยการสอนโดยการจัดสถานการณ์ และการใช้รูปแบบของคำถามในกิจกรรมตามขั้นตอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา และวัยวุฒิของนักเรียน ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อคำถาม หรือข้อสรุปของสถานการณ์ และสามารถแสดงเหตุผลประกอบความคิดเห็นของตนได้อย่างถูกต้องและมีเหตุผล

การคิดอย่างมีวิจารณ์ (Critical Thinking)

ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณ์

ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอธิบายความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณ์โดยใช้คำที่แตกต่างกัน เช่น การคิดอย่างมีวิจารณ์เป็นกิจกรรมที่มีความซับซ้อน การคิดอย่างมีวิจารณ์เป็นกิจกรรมทางสติปัญญา การคิดอย่างมีวิจารณ์เป็นการใช้เหตุผล และการคิดอย่างมีวิจารณ์เป็นการตัดสินใจ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อสังเกตของ เดอ โบโน (De Bono. 1976 : 29-32) ที่ว่าผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดคำนิยามของการคิดของการคิดอย่างมีวิจารณ์ในหลาย ๆ ลักษณะ ทุกคำนิยามล้วนมีความถูกต้อง แต่ไม่มีคำนิยามใดสามารถอธิบายความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณ์ได้สมบูรณ์ที่สุด

เอนนิส (Ennis. 1962 : 83) ได้ให้คำนิยามครั้งแรกว่า "การคิดอย่างมีวิจารณ์เป็นการประเมินข้อความได้ถูกต้อง" ต่อมาได้ให้คำนิยามใหม่ว่า "การคิดอย่างมีวิจารณ์เป็นการคิดแบบตรรกะและมีเหตุผล เพื่อการตัดสินใจก่อนที่จะเชื่อหรือก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ" (Ennis. 1985 : 45)

ดิวอี้ (Dewey. 1933 : 9) ได้อธิบายขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณ์ว่ามีขอบเขตอยู่ระหว่าง 2 สถานการณ์ คือ การคิดจะเริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความฉงน และจบลงด้วยสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน และได้อธิบายธรรมชาติของการคิดอย่างมีวิจารณ์ว่ามีจุดหมายปลายทางอยู่ที่ความเชื่อ ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง หลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

การศึกษาความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 2 ทฤษฎี พบว่า คล้ายกันที่
จุดหมายปลายทางคือ เป็นการพิสูจน์ความเชื่อ ซึ่งพอจะสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เป็นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่เชื่อหรือสิ่งที่ปฏิบัติ

รัสเซลล์ (Russell. 1956 : 281-282) ได้ให้ความหมายที่ต่างออกไปคือการคิด
อย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดเพื่อการแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดจะต้องใช้การพิจารณาตัดสินใน
เรื่องราวต่าง ๆ ว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นกระบวนการ
ประเมินหรือการจัดหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อน ๆ แล้วสรุปหรือพิจารณา
ตัดสิน

เดรสเซล และเมย์ฮิว (Dressel and Mayhew. 1957 : 179-181) ได้สรุป
รายการที่ประกอบกันเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ 5 อย่าง ดังนี้ (1) ความสามารถในการ
นิยามปัญหา (2) ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา (3)
ความสามารถในการระบุข้อสันนิษฐาน (4) ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน และ
(5) ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล และการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล

เดคาโรลิ (Decaroli. 1973 : 67-68) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมี
วิจารณญาณหลายเรื่อง พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยทักษะเฉพาะหลาย ๆ อย่าง
ซึ่งงานวิจัยแต่ละเรื่องนิยามทักษะการคิดแตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่า คล้ายกันใน
ความหมาย จึงได้จัดกลุ่มทักษะซึ่งประกอบกันเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ 7 กลุ่มดังนี้ (1)
การนิยาม (Defining) (2) การกำหนดสมมติฐาน (Hypothesizing) (3) กระบวนการ
ข้อมูล (Information Processing) (4) การตีความและการสรุปอ้างอิง (Interperiting
and Generalizing) (5) การใช้เหตุผล (Reasoning) (6) การประเมินผล
(Evaluation) และ (7) การประยุกต์ (Applying)

การนิยาม ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำ
และข้อความ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและการกำหนดเกณฑ์

การกำหนดสมมติฐาน ประกอบด้วย การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การแสวงหา
ทางเลือก การระบุการคิดเชิงสมมติฐาน และการพยากรณ์

กระบวนการข้อมูล ประกอบด้วย การระบุข้อมูลที่จำเป็น การเก็บรวบรวมข้อมูล การเลือกข้อมูล การแสวงหาหลักฐานและการจัดระบบระเบียบข้อมูล

การตีความและการสรุปอ้างอิง ประกอบด้วย การตีความข้อเท็จจริง การเปรียบเทียบ การแสดงให้เห็นความแตกต่าง การสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน และการระบุความมีอคติ

การใช้เหตุผล ประกอบด้วย การตระหนักถึงข้อผิดพลาดในเชิงตรรกศาสตร์ การพิจารณาตัดสินความคิดเห็น (ทั้งของตนเองและของผู้อื่น) การสรุปโดยใช้หลักการตรรกศาสตร์ การระบุถึงข้อสันนิษฐานที่ไม่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจน การสนับสนุนข้อสรุป การระบุเหตุและผล และการระบุความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

การประเมิน ประกอบด้วย การประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ การจัดอันดับข้อความเรื่องราว และความคิด การกำหนดความสมเหตุสมผลของการอ้างเหตุผล การจำแนกระหว่างข้อเท็จจริง ออกจากความคิดเห็น การตัดสินว่าข้อความ เป็นจริงหรือเท็จ การตัดสินความเชื่อถือได้ของข้อมูล และการประเมินข้อสรุป

การประยุกต์ ประกอบด้วย การทดสอบข้อสรุปและการคิดหาเหตุผลเชิงอนุมาน การประยุกต์การสรุปอ้างอิง และการนำการพิจารณาตัดสินไปสู่การปฏิบัติจริง

ฮัดกินส์ (Hudgins, 1977 : 173-180) ได้อธิบายถึงทักษะที่ประกอบกันเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 4 ประการคือ (1) ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญของการอ้างเหตุผล โดยในขั้นต้นผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานทางมโนทัศน์และข้อมูลเพียงพอสำหรับการพิจารณาความจริงที่อาจเป็นไปได้ (Probable Truth) ของการอ้างเหตุผลหรือความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ที่คาดการณ์ไว้ (Predicted Outcomes) นอกจากนั้นผู้เรียนจะต้องมีทักษะที่จำเป็นในการประเมินการอ้างเหตุผลด้วย (2) ผู้เรียนจะต้องแสวงหาหลักฐานที่นำมาใช้ในการอ้างเหตุผล หรือการลงสรุป โดยจะต้องพิจารณาว่าข้อสรุปที่นำมากล่าวอ้างมีข้อมูลมาสนับสนุนหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาว่าหลักฐานที่นำมาอ้างอิงมีอคติหรือไม่ หรือถ้าเป็นหลักฐานที่เป็นข้อสรุปจะต้องพิจารณาว่าข้อสรุปนั้นเป็นการสรุปเกินกว่าหลักฐานหรือไม่ (Overgeneralization) (3) ผู้เรียนจะต้องพิจารณาไตร่ตรองและประเมินทั้งหลักฐานที่นำมาใช้และลักษณะการใช้เหตุผล (Line of Reasoning) ที่นำมาใช้ในการอ้างเหตุผลก่อนการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธข้อสรุปนั้น และ (4) ผู้เรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน (Assumption) ที่เกี่ยวข้องกับการอ้างเหตุผล

วูลฟล็อก (Woolfolk. 1987 : 303) ได้กำหนดรายการทักษะต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจำนวน 3 กลุ่ม คือ (1) การนิยามและการทำความเข้าใจปัญหา (2) การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา และ (3) การแก้ปัญหาหรือการลงสรุปทักษะทั้ง 3 กลุ่มประกอบด้วยทักษะย่อยต่าง ๆ ดังนี้

การนิยามและการทำความเข้าใจปัญหา จำแนกได้เป็น 4 ทักษะย่อย ๆ คือ (1) การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุใจความสำคัญของเรื่องที่อ่านอ้างเหตุผล ภาพล้อทางการเมือง การใช้เหตุผลต่าง ๆ และข้อสรุปในการอ้างเหตุผล (2) การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่าง คน วัตถุสิ่งของ ความคิด หรือผลลัพธ์ ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป (3) การกำหนดว่าข้อมูลใดมีความเกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการจำแนกระหว่างข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้อง ได้กับข้อมูลที่ไม่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้ รวมทั้งการจำแนกระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องราว และ (4) การกำหนดคำถามที่เหมาะสมเป็นความสามารถในการกำหนดคำถามซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราว

จะเห็นได้ว่า การศึกษาความคิดวิจารณ์ของผู้เชี่ยวชาญว่า ถึงผู้เชี่ยวชาญจะจัดสารบบและอธิบายทักษะที่ประกอบกันเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้แตกต่างกัน แต่ในความแตกต่างกันนั้นยังพหุทานแก่ร่วมกันได้ ดังที่สเติร์เบิร์ก (Robert J. Sternberg) ได้แสดงความคิดเห็นว่า ถึงแม้ว่าสารบบจะมีความแตกต่างกัน แต่ยังสามารถเปรียบเทียบกันได้ ทั้งนี้เพราะผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมักพูดถึงสิ่งเดียวกัน โดยใช้ภาษาที่ต่างกันไป (Quinby. 1985 : 52)

เควล์มอลซ์ (Quellmalz. 1985 : 29-32) ได้สรุปความคล้ายคลึงกันของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างทฤษฎีของนักจิตวิทยากับทฤษฎีของนักปรัชญาใน 4 ขั้นตอนย่อยของกระบวนการคิดดังนี้

1. ขั้นการนิยามปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยาเป็นการค้นหาคำประกอบที่สำคัญของปัญหา ตรงกับขั้นการทำความเข้าใจตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วยการกำหนดคำถาม การวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาและการนิยามคำ

2. ขั้นการระบุข้อมูล เนื้อหา และกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการตัดสินความเชื่อถือได้ของข้อมูลที่น่ามาสนับสนุน แหล่งข้อมูลตลอดจน

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ตามทฤษฎีของนักปรัชญา

3. ขั้นการนำข้อมูลมาใช้ประกอบเพื่อการแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางจิตวิทยา ตรงกับขั้นการคิดหาเหตุผล ตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วยการคิดหาเหตุผล เชิงอนุมานและการคิดหาเหตุผลเชิงอุปมาน

4. ขั้นการประเมินความสำเร็จของคำตอบ ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการใช้เกณฑ์ในการตัดสินความเพียงพอของคำตอบ ตามทฤษฎีของนักปรัชญา

จากทฤษฎีและความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะเห็นว่านักทฤษฎีและนักการศึกษาแต่ละท่านให้นิยาม ความหมายไว้แตกต่างกัน สาเหตุที่ทำให้คำนิยามตลอดจนการอธิบายความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่เป็นไปอย่างเดียวกัน เพราะแนวคิดต่าง ๆ ได้มาจากนักทฤษฎีต่างศาสตร์ และต่างกลุ่มทฤษฎี และเนื่องจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการจัดการศึกษา การอธิบายคำนิยามจึงต้องให้เหมาะสมกับระดับขั้นของผู้เรียนและวิชาที่สอน โดยทั่วไปการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะประกอบด้วยทักษะหลายชนิดที่ต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบทักษะต่าง ๆ เหล่านี้พบว่ามีลักษณะร่วมที่คล้ายคลึงกัน ปรากฏอยู่ภายใต้ การนิยาม การกำหนดสมมติฐาน กระบวนการข้อมูล การตีความ การสรุปอ้างอิง การใช้เหตุผล การประเมิน และการประยุกต์ ซึ่งทักษะต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้มีความสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้กำหนดไว้โดย AAAS (American Association for the Advancement of Science) ซึ่งจัดไว้เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ด้วยเหตุผลดังกล่าวมา ผู้วิจัยจึงอยากจะศึกษาว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหรือไม่เพียงใด

3. ยุทธวิธีและเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ยุทธวิธีการสอนนั้นนับว่ามีความสำคัญ เพราะจะเป็นวิธีหรือกระบวนการแบบต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนจะต้องดำเนินการจัดการเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ด้วยตนเองว่าจะดำเนินการสอนแบบใด และเสนอแนะให้นักเรียนกระทำกิจกรรม การค้นคว้า หรืออภิปรายปัญหาอย่างไรบ้าง ซึ่งยุทธวิธีการสอนจะเป็นศูนย์รวมระหว่างทฤษฎีการเรียนรู้และวิธีการสอน (Educational Methodology)

แบบต่าง ๆ เข้าไว้

ยุทธวิธีทุก ๆ แบบที่ครูนำมาใช้นั้น ครูจะต้องอาศัยเทคนิคซึ่งหมายถึงวิธีการต่าง ๆ (Procedures) ที่ครูใช้เพื่อให้นักเรียนประพจน์หรือแสดงหรือกระทำในสิ่งที่ครูต้องการ ฉะนั้น ยุทธวิธีที่นำมาใช้จึงต้องสอดคล้องกับเทคนิคเหล่านั้นด้วย เทคนิคอาจจะรวมถึงกลยุทธ์ (Tactics) ที่ครูนำมาใช้เช่น แรงจูงใจ (Motivation) ปัญหาหรือข้อซักถาม (Question) แรงกระตุ้น (Reinforcement) การล้วงเอาข้อเท็จจริง (Elicit) การส่งเสริม (Encouragement) การสังเกต (Observation) การวินิจฉัย (Diagnosis) การแปลความหมาย (Interpretation) การวางกำหนดหรือเงื่อนไข (Prescription) การยับยั้งหรือปฏิเสธ (Reject) และอื่น ๆ เมื่อการแสดงออกหรือพฤติกรรมในการสอนของครูเป็นสิ่งที่นักเรียนยอมรับ ยอมรับแสดงว่าเทคนิคต่าง ๆ เหล่านั้นบังเกิดผล อันจะก่อให้เกิดกระบวนการเรียนของเด็กในแบบต่าง ๆ เช่น การแบ่งกลุ่มอภิปราย (Group Discussion) การซักถามปัญหาและกระบวนการที่จะส่งเสริม ให้เด็กแสดงความคิดเห็น (Ideas) มากขึ้น ยิ่งครูแสดงพฤติกรรมได้ดีเด่นเพียงใดย่อมนับได้ว่า ครูมี "กลยุทธ์" (Tactics) ในการสอนมากขึ้นเท่านั้น กล่าวโดยทั่วไปแล้ว กลยุทธ์นั้นหมายถึง การปะทะสัมพันธ์เฉพาะระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียนด้วยกันเองที่เป็นองค์ประกอบ สำคัญของการเรียนการสอน (มังกร ทองสุกดี. 2521 : 41-45)

ยุทธวิธีแบบต่าง ๆ ที่นักปรัชญาและนักจิตวิทยาทางการศึกษายอมรับว่าเป็นวิธีการที่ใช้ ได้ผล คือ

1. สร้างบรรยากาศหรือสถานการณ์ในลักษณะต่าง ๆ ที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสสืบสวน เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ เช่น เปิดโอกาสให้เด็กได้ซักถาม เพื่อช่วยให้การแก้ปัญหาสะดวกขึ้น ให้ทำการสืบสวน-สอบสวนในปัญหาที่มีข้อขัดแย้ง ช่วยฝึกให้เด็กรู้จักการตั้งสมมติฐานแล้วทำการ ทดลองหาข้อมูลเพื่อทดสอบหรือหาข้อสรุปแล้วทำนายผลที่จะเกิดขึ้น

2. ครูค่อย ๆ เพิ่มความยากหรือความสลับซับซ้อนให้แก่ปัญหาที่ให้นักเรียนสืบสวน เช่น

(1) กำหนดข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ให้

(2) กำหนดข้อสมมติฐานที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำลังสืบสวน

(3) กำหนดการทดลองที่จะให้ผลทางคอนเซ็ปต์ที่เข้าใจได้ยาก บางทีครูอาจจะแนะ

แนวทาง เช่น การบอกใบ้ เพื่อเป็นการช่วยให้นักเรียนสนใจในการแก้ปัญหาที่ได้

3. สร้างขบวนการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ให้เด็กสนใจก่อน นักการศึกษาบางคนเชื่อว่าถ้าครูกำหนดปัญหาต่าง ๆ ให้เด็กทำการสืบสวน ครูจะต้องเป็นผู้มีความสามารถที่จะแนะนำการสังเกต การลงความเห็น การหาข้อมูล และการจำแนกข้อมูล รวมทั้งขบวนการให้คำจำกัดความ ซึ่งอาจจะเป็นการที่ทำได้ยาก แต่นักการศึกษาบางคนมีความเห็นว่า การสร้างขบวนการเรียนรู้แบบง่าย ๆ ก็น่าดี หรือการกำหนดปัญหาอย่างยากก็ดี ล้วนแต่จะช่วยให้ผลการเรียนรู้มีประสิทธิภาพทั้งนั้น

4. ในการเลือกและการจัดลำดับปัญหา เหตุการณ์ ที่จะกระตุ้นหรือช่วยยู่ให้เด็กใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะต้องพิจารณาถึงความรู้ที่เด็กต้องการและเด็กได้เรียนรู้มาแล้วว่าจะช่วยให้เกิดความพึงพอใจได้มากน้อยเพียงใด ตามข้อเท็จจริงนั้นเด็กอาจจะคิดนึกถึงเหตุการณ์อะไรก็ได้ โดยไม่ต้องอาศัยความรู้ดั้งเดิม แต่ในการคิดทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้หรืออาศัยพื้นฐานความรู้และเหตุผลอย่างมีระเบียบที่ตนเมื่ออยู่ก่อนแล้ว มาช่วยในการตัดสินใจหรือพิจารณา และนักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์หลายท่านลงความเห็นในการเลือกปัญหาขึ้นมาให้เด็กได้สืบสวนนั้น จะต้องรวมเอาข้อเท็จจริง (Facts) คอนเซ็ปหรือสังกัป (Concepts) และหลักการกว้าง ๆ (Generalization) ที่เด็กเข้าใจและเรียนรู้มาแล้วเข้ามารวมด้วย

โคลและชาน ได้สรุปข้อได้เปรียบของการศึกษาการสอนตามระเบียบวิธีการแบบหลักการสอน (teaching principle approach) ว่าเป็นการให้แนวทางในการปฏิบัติสำหรับครูได้อย่างมีเหตุผล เพราะหลักการต่าง ๆ ได้มาจากการวิจัยในห้องเรียนปกติโดยอาศัยทฤษฎีทางด้านการเรียนรู้และการสอน ครูที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการสอนจะสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการสอนได้เหมาะสมกับบริบทการสอนเฉพาะอย่าง ครูทราบเหตุผลเกี่ยวกับการใช้หลักการเฉพาะอย่างสำหรับจุดมุ่งหมายการสอนที่แตกต่างกัน ทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการสอนมีความยืดหยุ่นที่ครูสามารถจะประยุกต์ใช้ได้ง่าย นอกจากนั้นการศึกษาตามทฤษฎีนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดของยุทธศาสตร์การสอนที่มีความสมบูรณ์และมีขอบเขตในการประยุกต์ที่กว้างขวางกว่า ตัวอย่างของหลักการสอนที่โคลและชานค้นพบเช่น การสื่อสารในห้องเรียน การวางแผนและการเตรียมการสอน การอธิบายและการสาธิต การถามคำถาม การมอบหมายงานให้นักเรียนฝึกปฏิบัติ การให้ข้อมูลย้อนกลับและการปรับปรุงแก้ไข การจัดการในห้องเรียน แรงจูงใจและการเสริมแรง การวัดและการประเมินผล ส่วนการที่จะตัดสินใจว่าหลักการสอนใดมีคุณภาพหรือไม่ ต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการสอนเป็นสำคัญ

สำหรับการศึกษาค้นพบเกี่ยวกับหลักการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการสอนและเทคนิคการสอนจากทฤษฎีการเรียนรู้ ทฤษฎีการ
 จัดการเรียนการสอน และข้อค้นพบจากงานวิจัยต่าง ๆ มาเป็นหลักในการสอน เช่น แรงจูงใจต่อ
 การเรียนรู้ กระบวนการถาม การตอบคำถาม การอภิปรายกลุ่ม การวางแผนและการเตรียม
 การสอน การมอบหมายงานให้ฝึกปฏิบัติอย่างอิสระ และคิดว่าหลักการสอนนี้สามารถนำไปประยุกต์
 ใช้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้

4. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ทุกวิธีต่างก็มุ่งให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ก็เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้
 ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความ
 หมายถึงของการสอนแบบนี้ไว้หลายลักษณะ เช่น

ซันด์ (Sund. 1973 : 37) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็นการ
 ค้นหาความรู้โดยเน้นวิธีการได้มาซึ่งความรู้มากกว่าตัวของความรู้ ซึ่งเป็นผลผลิตของการศึกษา
 ค้นคว้า ดังนั้น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธี
 การค้นคว้าหาความรู้เอง ในที่สุดนักเรียนก็จะได้ค้นพบความรู้ที่เป็นคำตอบซึ่งจะตรงกับเจตนารมณ์
 ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้วิทยาศาสตร์ก็ต้องใช้
 กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง

คารินและซันด์ (Carin and sund. 1975 : 97-104) ได้ให้ความหมายของการ
 สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการใช้กระบวนการทางสมองของตนเอง ค้นหาความรู้ในลักษณะ
 การกระทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่ (Maturing adult) ในการแก้ปัญหา โดยการตั้งสมมติฐาน
 และออกแบบการทดลอง เพื่อหาวิธีการต่าง ๆ สืบเสาะถึงปรากฏการณ์ ความสัมพันธ์ต่าง ๆ
 ของธรรมชาติ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้พื้นฐานมาจากการค้นพบ (Discovery) ซึ่งเป็น
 กระบวนการทางสมองในการตัดสินใจความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ เหมาะสมสำหรับการสอน

ในระดับประถมศึกษา ซึ่งพฤติกรรมของเด็กจะออกในรูปการคิดปัญหาขึ้นมาเอง ออกแบบการทดลองและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งความสำเร็จของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้เป็นคือ ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนและสมรรถภาพของครู

นิดา สะเพียรชัย (2520 : 4) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะไว้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่ทำให้มีการค้นคว้า ทดลอง รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่การตั้งทฤษฎีต่าง ๆ

วีระยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 31) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวน เป็นการสอนที่ครูมุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการค้นพบด้วยตนเอง โดยครูจะใช้คำถามเป็นสื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา การสอนในลักษณะนี้จะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523 : 63) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ครูผู้สอนจะต้องสร้างสถานการณ์ยั่วยุเพื่อให้นักเรียนได้กำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อนันต์ จันทร์ภักดิ์ (2523 : 6) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่เพียงจัดสภาพการเรียนการสอนให้เอื้อต่อกระบวนการที่จะคิดแก้ปัญหาโดยใช้คำถามและการทดลองเป็นสื่อ การสอนในลักษณะนี้สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งก็คือ ครูจะต้องสร้างแรงจูงใจและทำให้ห้องเรียนมีบรรยากาศอิสระเพื่อการซักถามและอภิปราย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้

จากความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวแล้ว มีนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนในการเรียนการสอนไว้เป็นแนวทางดังนี้

ซันด์ และ ท्रोบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 63) ได้กำหนดขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ใช้คำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ
2. กำหนดปัญหา
3. สร้างสมมติฐาน
4. ออกแบบการทดลอง
5. ปฏิบัติการทดลอง
6. สรุปผลเป็นความรู้

เอเซป (ASEP) (Australian Science Education Project. 1974 : 81) ได้กำหนดขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
2. ค้นคว้ากับปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้
3. สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้

ในขั้นตอนทั้ง 3 ข้างต้น จะต้องอาศัยการกำหนดและนิยามปัญหา และการค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาแทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนทั้ง 3 ด้วย

สวักก์ นิยมคำ (2517 : 125) กล่าวถึงลักษณะของการจัดกิจกรรมสำเร็จรูป สำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ครูกำหนดปัญหา
2. เสนอแนะวิธีการรวบรวม
3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามข้อ 2
4. เมื่อรวบรวมข้อมูลแล้วให้นักเรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟตามที่ครูบอก
5. ตั้งคำถามที่ต้องการไว้ แล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูลข้างต้น
6. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา อภิปรายหน้าชั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 5-6)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

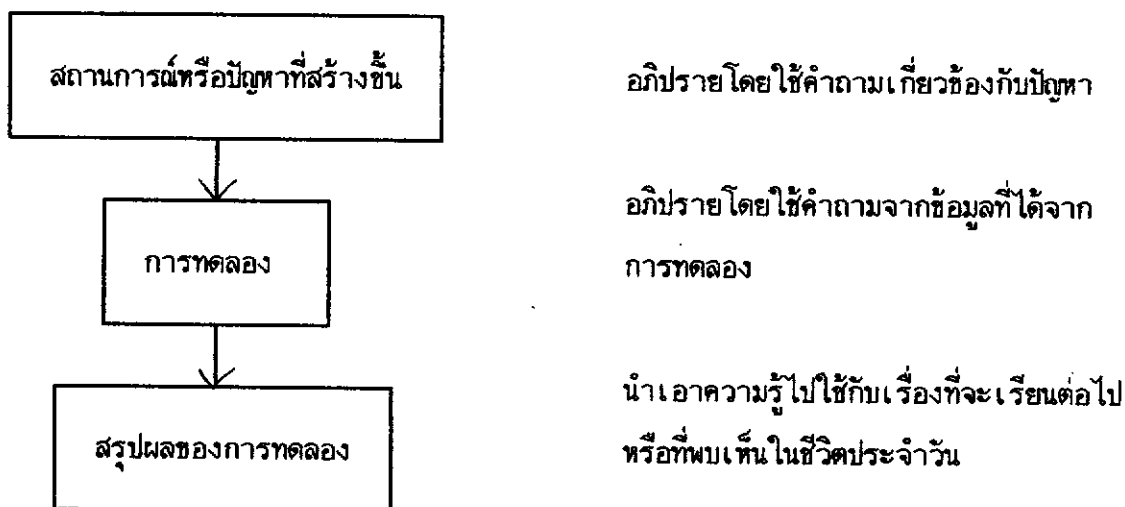
3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้ มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ตอนนั้น นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวคิดอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 115-118) ได้เสนอกิจกรรมสำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปราย การทดลอง และอาจแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างยิ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นยอมรับความคิดของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้นผู้สอนจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลอง กับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้นนักเรียนอาจจะใช้คำถามครูหรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ ซึ่งการสอนในลักษณะนี้อาจเขียนแผนภูมิแสดงได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงนั้นสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาที่สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้ควรเป็นแนวทางการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน
3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกในรูปแบบของการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิค และขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์การทดลอง

4. ดำเนินการทดลองและบันทึก ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลองและบันทึกผล โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ตามความเหมาะสม ครูจะมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัย ข้อมูลจากการทดลองเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์ หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือ เรื่องที่จะเรียนต่อไป

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในการแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยจะต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เพื่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และดำเนินการหาคำตอบเพื่อหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้น ซึ่งแบ่งได้ 3 ขั้นใหญ่ ๆ คือ ขั้นหาวิธีดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา และขั้นสรุปผลเพื่อนำไปใช้

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

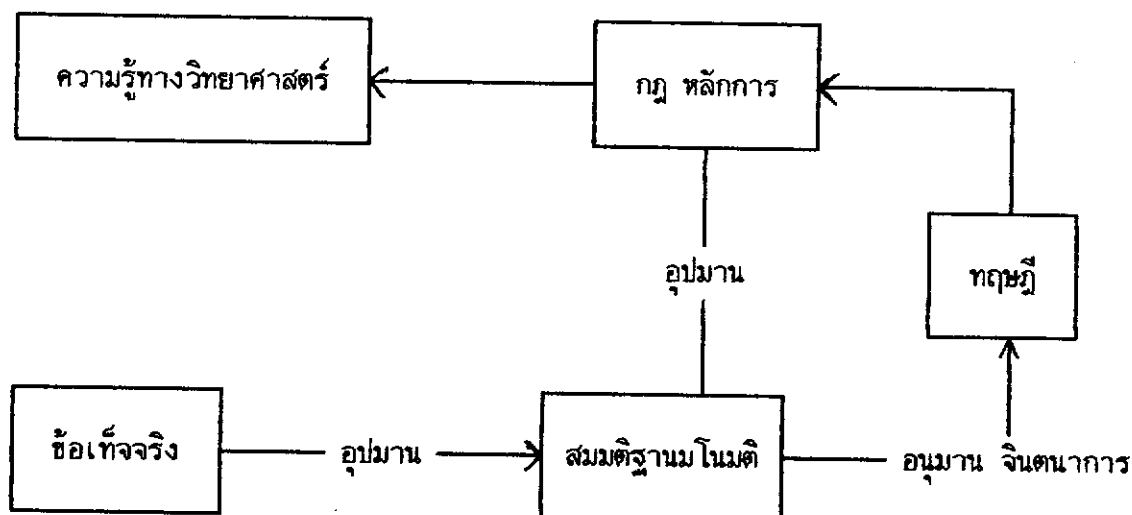
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (ผลดี ตามไท. 2531 : 55-57)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

เนื่องจาก ความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทบทวนมหาวิทยาลัย. 2525 : 1-15) และ สมจิต สวณไพบูลย์ (2526 : 2-9) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทบทวนมหาวิทยาลัย (2525 : 8-13) โดยสรุปได้ดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้ (สมจิต สวณไพบูลย์. 2526 : 9)



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการคิดการกระทำอย่างมีระบบ ในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานที่ที่มีอยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนดังนี้ (สมจิต สวณไพบูลย์. 2526 : 9-11)

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความละเอียด ถี่ถ้วน อุตสาหะ
2. ความอดทน
3. ความมีเหตุผล ไม่เชื่อสิ่งใต้ง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
4. ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียง

ฝ่ายเดียว

5. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
6. มีความซื่อสัตย์สุจริต
7. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น
8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่า นักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อย หรือลึกซึ้งเพียง 6 พฤติกรรม ดังนี้คือ

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้ว
เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ ทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหา ความรู้ใดความรู้หนึ่ง ออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ และเข้าใจถึงความสัมพันธ์ รวมถึงการจัดเข้าเป็นระบบของส่วนต่าง ๆ
5. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถรวบรวมส่วนประกอบย่อย ๆ เข้าเป็นอันเดียว

ภาควิชา

กัน ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์ รวบรวม และจัดระบบของส่วนประกอบทั้งหลาย ให้เข้าใจขึ้น

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจ ประเมินค่าความคิด ผลงาน คำตอบ หรือวิธีการต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ประสมประสานกัน เพื่อพัฒนาเกณฑ์ในการประเมินค่าสิ่งต่าง ๆ

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ สมจิต สวณไพบูลย์ (2526 : 63-69) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติจากสถานที่ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นคือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองหรือพิสูจน์ การสรุปผลและนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียง ไตนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการนำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ตลอดจนการได้รับการพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหาและเฝ้าหาคำตอบ หรืออาจกล่าวได้ว่า การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีการใช้ความคิดอย่างรอบคอบมีเหตุผล เพื่อพิจารณาตัดสินใจเลือกกระทำในสิ่งที่ดีและเหมาะสมนั่นเอง

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โชติ เพชรขึ้น (2527 : 16) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่อาจเห็นได้ เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การประมาณค่า การสร้างสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือลงความเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังนี้คือ (สมจิต สวณไพบูลย์. 2526 : 66-73)

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัส โดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 บ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Space/space Relationship and Space/time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.1 บ่งชี้รูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบูปรูป 3 มิติที่เห็น เนื่องจากการหมุนรูป 3 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่า วัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่บนน้ำกระจกและภาพที่ปรากฏอยู่ในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่จะเปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำ

ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ วงจรไดอะแกรม กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เสนอไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัดเจนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงข้อสรุปจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับ การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อย่างไม่ทราบหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้ และวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า

เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ บ่งชี้และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. การออกแบบการทดลองโดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและให้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลอง ได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วยเช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

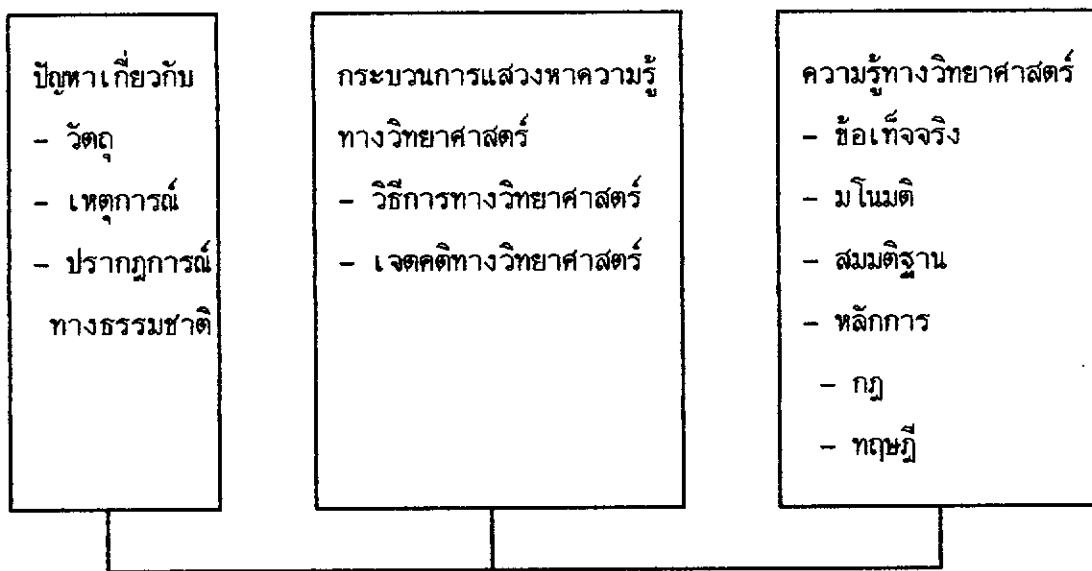
1. แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมาย ข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)
2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมาก ในการค้นคว้าหาคำตอบหรือการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมจิต สวธน์ไพบุลย์ (ม.ป.ป. : 99-107) ได้จัดลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยที่ความรู้นั้นจะเกิดขึ้นหลังจากได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้เพื่อค้นหาตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ และมีความสัมพันธ์กับความรู้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพประกอบ 3 แสดงความสัมพันธ์ของวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สำหรับการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอน โดยแบ่งลำดับขั้นตอนเป็น 4 ขั้น 5 ขั้น หรือ 6 ขั้นบ้าง ขึ้นอยู่กับการนำขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปขยายเป็นขั้นตอนเสริมขึ้นอีกแต่ส่วนใหญ่มักสรุปเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์ ม.ป.ป. 99-107)

ขั้นที่ 1 การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Location of Problem) การจะได้ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากครูและนักเรียนร่วมกันเตรียมเรื่องที่จะเรียนออกมาในรูปของปัญหา ครูจะเป็นผู้กระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียน จนเกิดมีปัญหานั้น อาจใช้สื่อต่าง ๆ เช่น ของจริง ภาพ ภาพยนต์ สไลด์ การเล่าเรื่อง ตำนาน นิทาน การแสดงบทบาทสมมติหรือการใช้สถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนเป็นสิ่งเร้าให้เกิดปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 การตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา (Setting up the Hypothesis) ในขั้นนี้จะเป็นการวางแผนร่วมกันเพื่อจะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหานั้น อาจใช้วิธีเดียวหรือหลายวิธีร่วมกัน ซึ่งนักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้โดยอาศัยการสังเกตข้อเท็จจริงต่าง ๆ จนสามารถ

คาดคะเนสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

ขั้นที่ 3 การทดลองและรวบรวมข้อมูล (Experimenting and Gathering) เมื่อครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนในการหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่าง ๆ แล้วก็จะลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นคำตอบของปัญหา ในขั้นนี้ครูจะเป็นผู้แนะแหล่งข้อมูล เตรียมอุปกรณ์ และให้คำปรึกษาวิธีการรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในเรื่องความเหมือน ความแตกต่าง ตลอดจนการพิจารณาเลือกข้อมูลให้ได้ตรงประเด็นปัญหาให้ได้มากที่สุด

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Data) นักเรียนควรรนำข้อมูลที่ได้มารายงานในชั้นเรียน เพื่อให้สมาชิกในชั้นเรียนได้อภิปรายเพิ่มเติมความเข้าใจของแต่ละบุคคล และมีการซักถามข้อสงสัย และแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้ ครูจะเป็นผู้คอยตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริง และช่วยขยายเพิ่มเติมส่วนที่ยังขาดและเสริมส่วนที่ยังคลุมเครือให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 การสรุปผล (Conclusion) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการเป็นผลสรุปที่ได้จากข้อมูลต่าง ๆ

สรุปแล้วการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะประสบผลสำเร็จได้เป็นอย่างดีนั้น ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญต้องเข้าใจวัตถุประสงค์และวิธีการสอนอย่างถูกต้อง

8. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการ์ตูน

ซอร์ (1960 : 193) ให้ความหมายของการ์ตูนว่า หมายถึง ภาพวาดสัญลักษณ์ที่เป็น การล้อเลียน หรือเสียดสีบุคคล สถานที่ สิ่งของ หรือเรื่องราวต่าง ๆ Kinder (1959 : 399) ได้ให้ความหมายไว้ในทำนองเดียวกัน และได้เพิ่มเติมว่าภาพการ์ตูนนั้นจะต้องมีลักษณะเกินความเป็นจริง เพื่อให้สื่อความหมายได้ทันที ส่วน Wittich และ Schuller (1957 : 154-155) กล่าวว่า การ์ตูนเป็นสิ่งที่จำลองความคิดของบุคคล หรือจำลองสถานการณ์ซึ่งมีอิทธิพลต่อความคิดเห็นของคนทั่วไป

แม้มาส ชวลิต (2510 : 162) และ ชม ภูมิภาค (2526 : 143) ได้ให้ความหมายของการ์ตูนไว้ในทำนองเดียวกันว่า หมายถึง ภาพที่เขียนขึ้นอย่างง่าย ๆ มีลักษณะที่ผิดเพี้ยนไป

จากของจริง ภาพจะเน้นลักษณะเด่นอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อดำยทอดเรื่องราวซึ่งเป็นความคิดหรือทัศนะของผู้เขียน หรือใช้สำหรับเปรียบเทียบ บุญเหลือ ทองเอี่ยม (2523 : 68) และวัณณะ จูทะวิภาค (2523 : 36) ได้ให้ความหมายของการ์ตูนเพิ่มเติมว่า การ์ตูนเป็นภาพสั้นหรือภาพล้อที่ทำให้ผู้ดูเกิดอารมณ์ขัน หรือเป็นการเยาะเย้ยเสียดสีสังคม บางครั้งทำขึ้นเพื่อจูงใจ และให้ความคิดแก่ผู้ดู

จากความหมายของการ์ตูนดังกล่าวพอสรุปได้ว่า การ์ตูน คือ ภาพวาดที่เขียนขึ้นอย่างง่าย ๆ ซึ่งอาจจะเป็นภาพหลายเส้น หรือภาพเลียนแบบของจริงที่ไม่มีรายละเอียดมากนัก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อดำยทอดความคิด ทัศนคติ อารมณ์ และเรื่องราวต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ดูเกิดความสนใจ มีความเข้าใจได้ง่ายขึ้น และเกิดอารมณ์ขัน

การ์ตูนเรื่อง (Comics)

การ์ตูนเรื่องมาจากคำว่า "Comics" ซึ่งมีความหมายต่างกับคำว่าการ์ตูน (Cartoon) มีผู้ให้ความหมายของการ์ตูนเรื่อง (Comics) ไว้ดังต่อไปนี้

Kinder (1959 : 52) ได้ให้ความหมายของการ์ตูนเรื่องไว้ว่า "คือการ์ตูนธรรมดาหลาย ๆ ภาพ ซึ่งได้จัดลำดับเป็นเรื่องราวอย่างสัมพันธ์ต่อเนื่องกันเป็นเรื่องราวที่สมบูรณ์" ส่วน Halsey (1963 : 53) (เพิ่มเติมว่า การ์ตูนเรื่องใช้ภาษาที่ให้อารมณ์ขันเป็นเครื่องมือในการอ่าน และอารมณ์ขันนั้นไม่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการเมือง บุญเหลือ ทองเอี่ยม (2523 : 23) และ ชุม ภูมิภาค (2526 : 143) ให้ความหมายเพิ่มเติมว่า การ์ตูนเรื่องเป็นการ์ตูนที่ให้ความสนุกสนานในการอ่าน และเรื่องราวในการ์ตูนเรื่องนั้นไม่สามารถแสดงความหมายได้หมดในภาพเดียว

วาสนา ช่าวหา (2522 : 111) พูดถึงการ์ตูนเรื่องว่า.....คือ เรื่องหรือเหตุการณ์ที่ใช้การ์ตูนเป็นตัวละครดำเนินเรื่องตั้งแต่ต้นจนจบ ซึ่งอาจเป็นเรื่องของคนหรือสัตว์ บางครั้งอาจทำเป็นตอน ๆ ตอนหนึ่งประมาณ 2-5 กรอบ โดยให้ผู้อ่านติดตามตอนต่อไปเรื่อย ๆ จนจบ ซึ่งอาจจะมีที่ตอนก็ได้ขึ้นอยู่กับเรื่องและผู้เขียนการ์ตูนกำหนดเค้าโครงไว้.....การเขียนการ์ตูนเรื่องมักนิยมเขียนเรื่องสั้น ๆ ไม่ยาวนัก เพื่อไม่ให้ผู้ดูหมดความสนใจเสียก่อน และแต่ละภาพจะแสดงถึงการกระทำ (Action) ของตัวละคร.....

สรุปได้ว่า การ์ตูนเรื่อง หมายถึง การวาดภาพการ์ตูนหลาย ๆ ภาพให้ดำเนินเรื่องราวต่อเนื่องกันไป โดยให้การ์ตูนเป็นตัวละครดำเนินเรื่อง การ์ตูนเรื่องนั้นอาจเป็นเรื่องเกี่ยวกับคน สัตว์ หรือเรื่องใด ๆ ก็ได้

ประโยชน์ของการ์ตูนที่มีต่อการเรียนการสอน

สำหรับประโยชน์ของหนังสือการ์ตูนนั้น วีระ พนมกลาง (2514 : 46) ได้สรุปคุณค่าของหนังสือการ์ตูนต่อการเรียนการสอนไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ทำให้เกิดมโนภาพที่ต้งาม หนังสือการ์ตูนที่ดีจะช่วยสร้างสรรค์ให้เด็กเกิดความคิดและจินตนาการที่ต้งาม
2. ทำให้เกิดความสนใจมากขึ้น หนังสือการ์ตูนทั่วไปต่างมีสิ่งเร้าในตัวอยู่แล้ว เช่น ตัวพระเอก หรือเนื้อเรื่องที่ตื่นเต้น ถ้าคนรู้จักเลือกหนังสือที่มีสาระเหมาะสมแก่วัยของเด็กมาให้อ่าน หรือแม้แต่ดูรูปภาพก็ยิ่งจะทำให้เด็กเกิดความรักที่จะอ่านหนังสือยิ่งขึ้น
3. ทำให้เกิดแนวความคิดที่ดี ธรรมชาติของหนังสือการ์ตูนเป็นการเขียนหรือเล่าเรื่องโดยอาศัยภาพประกอบ ถ้าเลือกหนังสือที่ให้แนวคิดที่ดีแล้วจะเป็นการช่วยสร้างสรรค์ความคิดให้เกิดขึ้นกับเด็กที่ละเอียดอ่อน
4. หนังสือการ์ตูนบางเล่มบางเรื่องจะทำให้เด็กจดจำวิธีการ ตลอดจนคำที่แปลก ๆ ออกไป ถ้าหนังสือมีสาระเด็กก็จดจำ แต่โดยทั่วไปเด็กมักจะจดจำเฉพาะแต่สิ่งที่ตนสนใจและชอบในสิ่งที่แปลกใหม่เพื่อไว้พูดคุยกับเพื่อน ๆ เด็กที่สนใจหนังสือการ์ตูนมักจะจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้สูงกว่าเด็กที่อ่านหนังสือเรียนเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าหนังสือเรียนมีรูปภาพสวย ๆ ประกอบจะช่วย让孩子จดจำได้มากขึ้น

นอกจากนี้ ลาวรรณ โฉมฉายา (2504 : 80) ยังได้กล่าวถึงผลดีของหนังสือการ์ตูนไว้ในทำนองเดียวกันว่า

1. หนังสือการ์ตูนที่ดีอาจจะใช้เป็นเครื่องมือปลูกฝังความสนใจในการอ่านแก่เด็กเป็นเบื้องต้น เพราะเด็กสนใจรูปภาพมากกว่าสิ่งอื่น
2. หนังสือการ์ตูนที่ดีจะช่วยให้เด็กเกิดทักษะ หรือความชำนาญในการอ่าน เพราะเด็กในวัยนี้กำลังอยากรู้อยากเห็น

3. หนังสือการ์ตูนที่ดีช่วยให้เด็กรู้จักเก็บความจากเรื่องที่อ่านได้เด็กส่วนมากจำเรื่องที่อ่านได้แม่นยำ และเด็กจำนวนไม่น้อยเลยที่เล่าเรื่องให้คนอื่นฟังได้จากการดูที่ตนอ่าน

4. หนังสือการ์ตูนที่ดีสามารถช่วยให้เด็กสนใจในการวาดภาพ และก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. สิ่งสำคัญที่สุดที่เด็กจะได้จากการอ่านหนังสือการ์ตูน คือ เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินรู้จักใช้เวลาให้เป็นประโยชน์

6. เด็กจะได้รับความรู้ วรรณคดี เนื้อเรื่อง และเหตุการณ์ปัจจุบันต่าง ๆ อย่างกว้างขวางจากการอ่านหนังสือการ์ตูน

การนำเอาภาพการ์ตูนมาใช้ในการเรียนการสอนมีข้อดีอีกมากมาย วัฒนะ จุฑะภาต (2523 : 46) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการดูการ์ตูนที่มีต่อการเรียนการสอนไว้ดังต่อไปนี้

1. ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน โดยธรรมชาติแล้วการ์ตูนที่ดีย่อมดึงดูดความสนใจอยู่แล้ว จึงเหมาะที่จะใช้เป็นเครื่องเร้าความสนใจ เช่น ให้เป็นจุดเริ่มต้นในการอภิปราย โดยครูตั้งคำถามนำให้เข้าสู่บทเรียนที่ครูต้องการหรือใช้การ์ตูนเป็นหัวข้อเรื่องในการเขียนเรียงความไทย หรือใช้เป็นหัวข้อเรื่องการวิจารณ์สภาพแวดล้อมหรือเหตุการณ์ปัจจุบันในวิชาสังคมศึกษา

2. ใช้สำหรับอธิบายเพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้น โดยการวาดภาพการ์ตูนง่าย ๆ พร้อมไปกับอธิบายประกอบจะทำให้เด็กเข้าใจเรื่องราวต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

3. ใช้เป็นกิจกรรมของนักเรียน เช่น หัดให้นักเรียนวาดภาพการ์ตูนเพื่อใช้ประกอบการอธิบาย ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมและพัฒนากายภาพทางด้านทักษะและความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

อรรถพร เรืองบุรพ (2524 : 50-51) ได้กล่าวถึงคุณค่าของภาพการ์ตูนที่มีต่อการเรียนการสอนเพิ่มเติมไว้ดังนี้

4. ใช้ประกอบในการสอน เช่น ใช้ประกอบการเขียนกระดานดำ ใช้ทำอุปกรณ์การสอน การจัดป้ายนิเทศ เป็นต้น

5. ใช้ในการเล่าเรื่องประสบการณ์ หรือใช้ในการออกแบบโฆษณา เพื่อเป็นการส่งเสริมพัฒนาการด้านทักษะ และความคิดของนักเรียน ซึ่งได้ทั้งความสนุกสนานเป็นการผ่อนคลายอารมณ์อีกด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมาก ทั้งในด้านการสร้างความสนใจ ใช้เป็นอุปกรณ์การเรียนการสอน ใช้ประกอบการอธิบาย ใช้ฝึกทักษะและความคิดวิจารณ์ของนักเรียนได้

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดวิจารณ์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดวิจารณ์ มีผู้ศึกษาไว้ค่อนข้างน้อยผู้วิจัยพอจะค้นคว้าและรวบรวมไว้ได้ดังนี้

คลีนแมน (Kleinman. 1963 : 307-317) ได้สังเกตการสอนของครูจำนวน 33 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับเกรดแปด โดยสังเกตคนละหนึ่งครั้ง แล้วใช้การถามคำถามในชั้นเรียนเป็นเกณฑ์ในการจำแนกรูออกเป็น 2 กลุ่ม เลือกครู 3 คน ที่ถามคำถามความคิดโดยใช้วิจารณ์ (Critical Thinking) จำนวนเท่าคำถามหรือมากกว่าเป็นกลุ่มสูง และเลือกครูสามคนที่ไม่เคยถามคำถามความคิดโดยใช้วิจารณ์ (Critical Thinking) เป็นกลุ่มต่ำ แล้วนำแบบทดสอบวัดความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (The Test on Understanding Science : Tous) ไปทดสอบกับนักเรียนแล้วนำผลมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่างความถี่ของคำถามความคิดโดยใช้วิจารณ์ (Critical Thinking) กับความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1969 : 3332-A) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา กับภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดหาเหตุผล (Critical Thinking) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนฝึกหัดครู 3 กลุ่ม กำลังเรียนวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองได้รับการสอนวิธีแก้ปัญหาเพียงกลุ่มเดียว แต่ทดสอบทั้ง 3 กลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้รับข้อความ 1 ย่อหน้า ซึ่งเกี่ยวกับปัญหาวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนอ่านข้อความเหล่านั้นแล้วให้นักเรียนเขียนปัญหาที่เกิดขึ้น และบอกวิธีการของตนในการตอบปัญหานั้น โดยคำนึงถึงวิธีการแก้ปัญหาว่ามีกี่วิธี และปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากอีก 2 กลุ่ม

ครุส (ทิพา เพชรดี. 2515 : 20; อ้างอิงมาจาก Cruz. 1971 : 12) ได้ศึกษาความเปลี่ยนแปลงของความคิดวิจารณ์จากการสอนด้วยวิธีการค้นพบ (Discovery Centered) กับวิธีที่ใช้ครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กเกรด 6 เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองมีสองฉบับ คือฉบับแรกวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ (Reason Logically) และวัดความสามารถในการคิดแบบวิเคราะห์ และฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ ซึ่งมีแบบทดสอบย่อยห้าฉบับ คือ

1. แบบทดสอบวัดการตระหนักในข้อตกลง (Recognition of Assumption)
2. การตีความข้อมูล (Interpretation of Data)
3. การอนุมาน (Deduction)
4. สรุปความ (Inference)
5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument)

* ใช้แบบทดสอบนี้สอบเด็กทั้งก่อนและหลังการทดลอง เมื่อใช้ t-test เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการสอบครั้งแรกและครั้งหลัง พบว่า แบบทดสอบฉบับแรก ความคิดแบบวิเคราะห์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แบบทดสอบฉบับหลังคือ แบบทดสอบความคิดวิจารณ์นั้น เด็กมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเล็กน้อย และอีกฉบับคือความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งของเด็กไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ฮันกินส์ (Hunkins. 1976 : 697-704) ได้ศึกษาผลของคำถามแบบวิเคราะห์และแบบการประเมินที่มีต่อความคิดวิจารณ์กับเด็กเกรด 6 จำนวน 260 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาในชนบท ซึ่งมีสภาพทางภูมิศาสตร์คล้ายคลึงกับทางตอนเหนือของรัฐ โอไอโอ จำนวนสามโรงเรียน โดยแบ่งเด็กออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรก จำนวน 127 คน กลุ่มที่สอง จำนวน 133 คน การแบ่งกลุ่มแบ่งโดยคำนึงถึง ไอคิว ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบ The California Test of Mental Maturity Form S. และแบ่งระดับผลสัมฤทธิ์ในการอ่านของเด็กในแต่ละกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบ Stanford Achievement Test Form W. ให้เด็กทั้งสองกลุ่มอ่านหนังสือในตอนที่กำหนดให้แล้วตอบคำถาม คำถามของกลุ่มแรกเป็นแบบวิเคราะห์และการประเมิน คำถามของกลุ่มที่สองเป็นแบบวัดความรู้ความจำ ทำเช่นนี้ทุกวัน วันละ 30-35 นาที เป็นเวลาสี่สัปดาห์เนื้อหาที่ให้อ่านเป็นเรื่องทางสังคมคือ "Africa and Oceania" ซึ่งจากประสบการณ์ ผู้วิจัยเห็นว่าเด็ก

ไม่มีพื้นฐานความรู้เรื่องเนื้อมาก่อน ใช้แบบทดสอบ The Social Studies Inference Test วัดความคิดวิจารณ์ญาณแบบทดสอบนี้มีสิ่งบ่งชี้ย่อย คือ สรุปความ (Inference) เหตุผล (Caution) การลงสรุป (Over-Generalization) และการแยกประเภท (Discrimination) สอนก่อนลงมือสองสัปดาห์ครึ่งหนึ่ง และสอบเมื่อทดสอบเสร็จแล้วอีกครึ่งหนึ่ง ✓

โปลันสกี (Polanski. 1975 : 5952A-5953A) ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปฏิบัติการคิดเชิงตรรกศาสตร์ การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ และความคิดสร้างสรรค์กับความเข้าใจแบบวิเคราะห์วิจารณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับตัวประกอบที่เรียกว่า "ความเข้าใจ" ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ส่วนความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อย ทั้งพบว่า นักเรียนระดับเกรด 6 ทำคะแนนจากการสอบทุกด้านได้ดีกว่านักเรียนระดับเกรด 4

บาสมาเจียน (Basmajian. 1978 : 210-A) ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับบุคลิกภาพตามทฤษฎีของ เพียเจต์ ของนักเรียนชั้นปีที่ 3 ในรัฐแคลิฟอร์เนีย กับความสามารถในการเรียนรู้วิชาชีววิทยา และพัฒนาการการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์กับกลุ่มนักศึกษา 83 คน ที่เรียนวิชา Biology I โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเบอร์นี (Bourne) ปรากฏว่า นักศึกษาระดับที่คิดด้วยนามธรรมมีผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยาส่งกว่าพวกที่ยังไม่ถึงระดับการคิดนามธรรม

เรย์ (Ray. 1979 : 3220-A) ได้วิจัยเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับต่ำกับคำถามระดับสูง ในการสอนวิชาเคมีที่มีความมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผล (Abstract Reasoning and Critical Thinking) ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับสูง (คำถามชั้นความเข้าใจ ขั้นการนำไปใช้ ขั้นการวิเคราะห์ และขั้นการประเมินค่า) อีกกลุ่มหนึ่งสอนด้วยคำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่สอนด้วยคำถามระดับสูง สามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของความมีเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

วิลเลียม (William. 1981 : 1605-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่

ครูเป็นจุดศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุม 43 คน สอนแบบเดิม ทำการสอนมาเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

พยอม ตันมณี (2524 : 137-153) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความแตกต่างของผล การสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ผลการ วิจัยพบว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหา จะมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์ญาณ และความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่ม ขึ้นมากกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .001 และผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบเชิงปัญหาและ รูปแบบทั่วไป จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์ญาณ และความ สามารถในการแก้ปัญหาจากการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าการสอบครั้งแรก อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .001

วีระ เมืองช้าง (2525 : 49) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณกับ การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียน จันทรประดิษฐารามวิทยาคม จำนวน 193 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ญาณที่ดัดแปลง จากแบบทดสอบของ พยอม ตันมณี และแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยพบว่า ความคิด วิจารณ์ญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการแก้ปัญหาเชิง วิทยาศาสตร์

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 : 80) ได้ศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการ ทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้น ม.1 พบว่า ความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับของ นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การศึกษาความคิดวิจารณ์ญาณระดับมัธยมศึกษา

ได้มีความพยายามที่จะสอนผู้เรียนให้เกิดความคิดวิจารณ์ญาณ โดยสอนวิชาเรขาคณิตและ สังคมศึกษา แต่ความเห็นของอัศจินส์ ได้ชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาความคิดด้านเหตุผลนี้สามารถทำได้

โดยสอนกระบวนการทางเนื้อหาใด ๆ ก็ได้ ซึ่งต้องอาศัยการปรับปรุงเนื้อหาเพื่อพัฒนาความคิด การศึกษาเรื่องความคิดนี้ ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1930-1939 และ ค.ศ. 1940-1949 ได้พัฒนา ความคิดโดยอาศัยวิชาภาษาอังกฤษ เรชาคิต เคมี เพราะได้มีการวางแผนและปรับปรุงเนื้อหาใน หลักสูตร ตัวอย่างที่เห็นชัด คือ การศึกษาของฟอว์เซทท์ (Fawcett) จากเอกสารที่ได้ทำการ ศึกษาวิชาเรชาคิตในด้านการพัฒนาความคิดวิจารณ์ญาณ ฟอว์เซทท์เองก็เห็นว่าสามารถขยายไปที่ วิชาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เป็นกลุ่มคณิตศาสตร์ เขาได้จัดทำเอกสารที่เกี่ยวกับธรรมชาติของการพิสูจน์ โดยเน้นว่าคุณลักษณะของนักเรียนที่เข้าใจธรรมชาติ การพิสูจน์แบบอนุมานแล้วจะนำไปสู่ความคิดที่ มีเหตุผลด้วยคุณลักษณะของนักเรียนที่พึงมีในความคิดของฟอว์เซทท์ คือ

1. สามารถพิจารณาและเลือกความสำคัญจากข้อความต่าง ๆ
2. ต้องการหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่สรุป
3. วิเคราะห์หลักฐานและความแตกต่างของข้อเท็จจริงในข้อตกลงที่กำหนด
4. ชี้ได้ว่าข้อความใดได้กล่าวหรือไม่ได้กล่าวไว้ในข้อตกลงซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสรุป
5. ประเมินข้อตกลงต่าง ๆ ที่กำหนดและสามารถในการตัดสินว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ
6. ประเมินข้อโต้แย้ง ยอมรับหรือไม่ยอมรับข้อสรุป
7. ตรวจสอบซ้ำในข้อตกลงต่าง ๆ ซึ่งอยู่เบื้องหลังความเชื่อ

ต่อมาได้พัฒนาการสอนเคมีระดับวิทยาลัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณ ของผู้เรียน โดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม ผลที่ทดลองพบว่าผู้เรียนมีความสามารถทางความคิด ลักษณะเด่นขึ้น

เกลเซอร์ (Glaser) ได้ทดลองโครงการปรับปรุงหลักสูตรภาษาอังกฤษ โปรแกรมของ เกลเซอร์ ประกอบด้วยแปดหน่วยคือ

1. ความสำคัญของนิยาม
2. เหตุผลในการพิจารณาหลักฐาน
3. ธรรมชาติของหลักฐานที่อาจเป็นไปได้
4. การสรุปแบบอุปมาและอนุมาน
5. วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
6. อคติทางความคิดแบบซี โกง

7. ค่านิยมและหลักทรรกศาสตร์

8. การโฆษณาชวนเชื่อ และความคิดแบบขี้โกง

จะสังเกตได้ว่า เกลเซอร์ ได้พยายามพัฒนาหลักการทางความคิดด้านนี้มีเหตุผลให้สมบูรณ์มากขึ้น เกลเซอร์ ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 12 พบว่ากลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 71 กลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ย 41

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดวิจารณ์ พบว่า ความคิดวิจารณ์เป็นกระบวนการคิดและการตัดสินใจอย่างรอบคอบในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างเหมาะสมถูกต้อง การคิดอย่างวิจารณ์จะบรรลุผลสำเร็จได้นั้น ต้องได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาโดยมีกระบวนการคิดอย่างรอบคอบ มีเหตุผลกล้าตัดสินใจในการกระทำนั้น ๆ พร้อมทั้งให้ได้ค้นพบด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้จัดกิจกรรมการเรียน โดยให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติตามกระบวนการที่ได้กำหนดไว้เพื่อให้นักเรียนได้เกิดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สัญญา ทิพเสนา (2517 : 55-56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการสอนแบบเดิม โดยการทดลองกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุมาลี พิตรากุล (2518 : 61) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกริยาร่วมทางวาทะกับการเรียนรู้ทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา โดยการทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูธนบุรีชั้นปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาชายและนักศึกษาหญิงมีทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

บุญรัตน์ ศิริอาชากุล (2522 : 68) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ.1 กับ ม.1 ในเขตการศึกษา 6 ผลงานวิจัยส่วนหนึ่งพบว่า นักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย

พินยา ดำรงกุลรัตน์ (2522 : 37-41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยบทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา จำนวน 54 คน เป็นกลุ่มทดลอง 27 คน กลุ่มควบคุม 27 คน ให้นิสิตกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนโมดูล กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุจี โรจนประศาสน์ (2523 : 47-48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 640 คน โดยให้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523 : 76) ได้ทำการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ซึ่งพบว่า

1. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

1.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน ซึ่งปรับค่าแล้วเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่าเอฟ (F - test) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน คะแนนการทดสอบหลังเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนที่ปรับค่าแล้ว เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า

ผลการเรียนโดยวิธีสลับส่วน ทั้งแบบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบสลับส่วนที่ไม่มีคำแนะนำการปฏิบัติการสูงขึ้นมากกว่ากลุ่มที่เรียนแบบสลับส่วนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

พัชรา เรืองรัมย์ (2524 : 52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสนใจทางวิทยาศาสตร์

กมล หลีกภัย (2524 : 68) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 192 คน พบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เชาวนีย์ อายะวงศ์ (2526 : 57-59) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยากับการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกับด้วยการใช้ครูฝึก กลุ่มตัวอย่าง 60 คน ปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างกัน และผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะ มีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกไม่แตกต่างกัน

ประติษฐ์ สันนัเอื้อ (2527 : 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

พิกุล รื่นเรใจใจ (2527 : 72) ได้ศึกษาผลการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์วิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำข้อมูล การสื่อ

ความหมาย และการลงความเห็นจากข้อมูลไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่เรียนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ มีความชอบในวิธีการเรียนมาก และมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านทักษะ ทั้ง 4 สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวน

ภาณี โอภิธารณ์ (2527 : 67-68) ได้ศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการของการเรียนรู้แตกต่างกันทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงและต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ

เสงี่ยม วิไลรัตน์ (2527 : 73-78) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 456 คน ปรากฏผลดังนี้ คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 26) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 สอนโดยเน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์ส่วนอีก 30 คน สอนตามคู่มือครู ผลการทดลองพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แสงศิริ ศิริมงคล (2529 : 79-80) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 80 คนที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนกับครูทบทวน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ทบทวนโดยครูอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .05 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่บทวน โดยครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่บทวนความรู้พื้นฐาน โดยครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุทัย นุญมาดี (2529 : 60-61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามคู่มือครู สสวท. ผลปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีความสามารถในการเรียนสูงและปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ในกลุ่มทดลองนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง และปานกลาง จะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มต่ำ และกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นางนุช มาบุตร (2532 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิรดี สุวีรานนท์ (2532 : 79) ได้ศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการใช้แบบฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บัทโซ (Butzow. 1971 : 85) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทดลองสอนนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก แล้วใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการ

สอน และภายหลังการสอน พบว่า คะแนนจากการทดสอบทั้งสองครั้งแตกต่างกัน คือนักเรียนมีความสามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดจำพวก การวิเคราะห์ การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีด้วย

แวนแนค (Vaneck. 1974 : 1522-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นม.ศ. 3 จำนวน 54 คน ระดับ 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยการทำกิจกรรม กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้หนังสือ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ไรลีย์ (Rilley. 1975 : 5152-A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครู 2 วิธี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือปฏิบัติการจริง ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป หลังจากนั้นได้ให้ตอบแบบสอบถาม 4 ฉบับ เพื่อศึกษาตัวแปร 5 ชนิด คือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่ 3 แต่ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

พาดิลลา โอเก้ และดิลลาซอร์ (Padilla Okey and Dillashaw. 1983 : 239-246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดด้านนามธรรมเพื่อที่จะทดสอบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กับการคิดด้านนามธรรมเพียงใด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7-12 จำนวน 500 คน ใช้แบบทดสอบเขียนตอบ พบว่า ความสามารถในการคิดของนักเรียนในด้านการปฏิบัติการแบบนามธรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กันใน

ระดับสูง แสดงให้เห็นว่า การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดด้านนามธรรมเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผลทางด้านตรรกศาสตร์

สตราวิทซ์ และมาโลเน (Strawitz and Malone. 1987 : 53) ได้ศึกษาความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักศึกษาฝึกหัดครูประถมศึกษาที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง (Teacher-direct Strategy) และการเรียนด้วยตนเอง (Self-instructional Strategy) พบว่า นักศึกษาฝึกหัดครูที่ได้เรียนด้วยตนเองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมากกว่าที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของทั้ง 2 วิธีนั้นพบว่า มีความคงทนทั้งสองวิธี

จากงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และการให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ในลักษณะที่ต่างกัน เมื่อเทียบกับการสอนปกติจะพบว่าทั้งนี้ให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และไม่แตกต่างกับการสอนตามคู่มือครู นอกจากนี้ งานวิจัยยังพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าหากครูสามารถจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามไปด้วย

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
- 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
- 3) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

5. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ จำนวน 240 คน มีการจัดห้องเรียนแบบคละ จำนวน 6 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 80 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลาก ได้ห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน แล้วจับสลากออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน จับสลากอีกครั้งหนึ่งเพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นเรื่องสารรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสภานักส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้ากระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โดยทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที รวมเวลาทดลอง 7 สัปดาห์

* เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว คือ
 - 1.1 แผนการสอนที่จัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย การตั้งสถานการณ์ และเอกสารประกอบการเรียน
 - 1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนที่จัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแผนการสอน ดังนี้คือ

1. ศึกษารายละเอียดของทฤษฎี และทักษะของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาเกี่ยวกับความคิดวิจารณ์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม
 2. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)
 3. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอน จากหนังสือแบบเรียน
- ว.101 ประกอบกับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. วิเคราะห์และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความคิดรวบยอดและกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง สารรอบตัว เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแผนการสอนที่ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้
 - 4.1 ขั้นตอนตระหนักและมองเห็นปัญหา คือ ขั้นตอนที่ต้องทำให้นักเรียนสนใจปัญหาร่วมกัน ด้วยการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด โดยใช้การตั้งคำถามเรื่องวิทยาศาสตร์

เป็นสถานการณ์ของปัญหา จนสามารถลงข้อสรุปความจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ เพื่อให้มองเห็น รู้ และเข้าใจปัญหา

4.2 ขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน แบ่งออกเป็น

4.2.1 นักเรียนศึกษาเอกสารความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้ให้นักเรียนมองเห็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

4.2.2 นักเรียนนำปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาคิดพิจารณาเพื่อคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าสำหรับนำไปตั้งสมมติฐาน

4.2.3 นักเรียนตั้งสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการทดลอง

4.2.4 นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อทำความเข้าใจในปัญหาวางแผนการทดลอง ระบุวิธีการทดลอง และขั้นตอนการทดลองร่วมกัน

4.2.5 นักเรียนรวบรวมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองระบุการบันทึกข้อมูลที่ต้องใช้ในการทดลอง

4.3 ขั้นตอนทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

4.3.1 นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำการทดลองตามขั้นตอนดำเนินการที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในขั้นการวางแผน

4.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองตามขั้นตอนการดำเนินการ โดยการนำข้อมูลจากการทดลองมาตีความ

4.3.3 นักเรียนตรวจสอบผลการทดลอง เพื่อยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยการคิดพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เพื่อสรุปเป็นผลของการทดลอง

4.4 ขั้นสรุปผลการเรียนรู้

นักเรียนนำผลสรุปของการทดลองมาคิดพิจารณาเพื่อตีค่า/ประเมินข้อความที่สรุปนั้นว่าสมเหตุสมผลหรือไม่เพียงไร

5. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหาวิชา และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนเทพศิลา กรุงเทพฯ จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับภาษา เวลา และกิจกรรมที่กำหนด

6. นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อเตรียมจัดทำแผนการสอนที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้สอนต่อไป

แผนการสอนตามคู่มือครู สำหรับใช้สอนกลุ่มควบคุมมีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแผนการสอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และรายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากคู่มือครู หนังสือแบบเรียน (ว.101) วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารรอบตัว

2. วิเคราะห์ กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน แนวความคิด ต่อเนื่อง และความคิดรวบยอดจากเนื้อหาเรื่อง สารรอบตัว เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแผนการสอน ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดร่วมกับนักเรียน เพื่อนำไปสู่การทดลอง

ขั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่

3. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหาวิชา ภาษา เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนเทพศิลา ห้วยหมาก บางกะปิ กรุงเทพฯ จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับภาษา เวลา และกิจกรรมที่กำหนด

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว จากหนังสือและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นพฤติกรรมต่าง ๆ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และ

การประเมินค่า

3. วิเคราะห์อัตราส่วนในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน

4. สร้างแบบทดสอบ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 100 ข้อ

5. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง ตามเนื้อหา ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดความถูกต้องด้านภาษา เพื่อแก้ไขปรับปรุง

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้มาปรับปรุงด้านภาษาแล้วนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ทั่วหมาก กรุงเทพฯ ที่ได้เรียนเรื่องนี้ไปแล้ว จำนวน 150 คน

7. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เทห์ ฟาน โดยตัดเอา 27 % ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จุง เทห์ ฟาน สร้างไว้ เลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2531:186-187)

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ จำนวน 50 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ทั่วหมาก กรุงเทพฯ จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2531:168)

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผล ประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อกำหนด

พฤติกรรมการวัด

3. วิเคราะห์พฤติกรรมตามแนวของ American Association for the Advancement of Science (AAAS) แล้วเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. ศึกษาแนวทางการสร้างแบบสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการออกข้อสอบ
5. วิเคราะห์อัตราส่วนในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน
6. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์จำนวน 100 ข้อ
7. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามจุดประสงค์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วเลือกเอาข้อสอบที่มีดัชนีความเที่ยงตรงตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้
8. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้มาปรับปรุงด้านภาษาแล้วนำไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ทวีตมาก กรุงเทพฯ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน
9. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เทห์ ฟาน โดยตัดเอา 27 % ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จุง เทห์ ฟาน สร้างไว้ เลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2531:168)
10. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ทักษะที่คัดเลือกไว้แล้วจำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ทวีตมาก กรุงเทพฯ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528:168)

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของ Watson-Glaser Form A. แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของ วีระ เมืองช้าง และแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของ บุญจมาศ สันประเสริฐ

2. จัดแปลงข้อความและสถานการณ์ของแบบทดสอบให้เหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบทดสอบที่ปรับปรุงมี 5 ตอน คือ

- | | | |
|--------------------------|----------------|-------------------------------|
| 2.1 การสรุปความ | จำนวน 12 ข้อ | เป็นข้อสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก |
| 2.2 การกำหนดข้อสันนิษฐาน | จำนวน 12 ข้อ | เป็นข้อสอบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก |
| 2.3 การตีความ | จำนวน 12 ข้อ | เป็นข้อสอบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก |
| 2.4 การอนุมาน | จำนวน 12 ข้อ / | เป็นข้อสอบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก |
| 2.5 การประเมินข้อโต้แย้ง | จำนวน 12 ข้อ | เป็นข้อสอบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก |

3. การตรวจให้คะแนน ให้ข้อละ 1 คะแนน สำหรับคำตอบที่ถูกต้อง คำตอบที่ผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกให้ 0 คะแนน

4. ทาคความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ที่ปรับปรุงแล้ว จำนวน 60 ข้อ มาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531:168)

* วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Pretest Posttest Design

แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X_1	T_2
CR	T_1	X_2	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
 C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)
 R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Assignment)
 X_1 แทน การจัดการกระทำ (Treatment) ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 X_2 แทน การจัดการกระทำ (Treatment) ด้วยการสอนตามคู่มือครู
 T_1 แทน การสอบก่อนการจัดการกระทำทดลอง (Pretest)
 T_2 แทน การสอบหลังจัดการกระทำทดลอง (Posttest)

ในการวิจัยตามแบบแผนการทดลองนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างมา 2 ห้องเรียน จาก 6 ห้องเรียน และนำมาสุ่มอีกครั้งหนึ่ง โดยการจับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
2. ทดสอบทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับก่อนการทดลอง
3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเองทั้ง 2 กลุ่ม เนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลากลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ คือ

3.1 กลุ่มทดลองใช้แผนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอน เพื่อพัฒนากระบวนการ

คิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.2 กลุ่มควบคุมใช้แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5. ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของคะแนน
2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ คำนวณจากสูตร KR-20

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
 p แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ
 q แทน สัดส่วนของนักเรียนทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ $q = 1 - p$
 S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

$$= \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของนักเรียนทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ $q = 1 - p$
 S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

* 3. สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1, 2 และ 3 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Independent ในรูปผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
MD ₁ แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน กับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
MD ₂ แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน กับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม
S _{MD₁ - MD₂} แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการ ทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
n ₁ แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง

D_2 แทน ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มควบคุม

3.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 4 และ 5 โดยวิธีการทางสถิติ แบบ t-test
Dependent คำนวณจากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}, \quad df = N - 1$$

เมื่อ t แทน การแจกแจงของ t

D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

4. หาค่าสหสัมพันธ์โดยคำนวณจากสูตรค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
(Pearson) (ฉ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528:70)

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

r_{xy} = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับตัวแปร Y

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน X

$\sum Y$ = ผลรวมของคะแนน Y

ΣX^2 = ผลรวมของ X แต่ละตัวยกกำลังสอง

ΣY^2 = ผลรวมของ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

ΣXY = ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y

N = จำนวนคนหรือจำนวนคู่ของข้อมูล

5. ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยคำนวณจากสูตร (อังกฤษ
สายยศ. 2523:103)

$$t = r \sqrt{\frac{N - 2}{1 - r^2}}$$

เมื่อ t = เป็นค่าการแจกแจงแบบ t

N = เป็นจำนวนคน

r = เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบหลังการทดลอง
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองและก่อนการทดลอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
$S_{MD1-MD2}$	แทน	ความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองและก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง
D	แทน	ผลต่างของคะแนน
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบหลังการทดลอง
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
กลุ่มทดลอง	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
กลุ่มควบคุม	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 สถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สรุปได้ดังนี้

ตาราง 2 สถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_2$	S^2	S.D.
กลุ่มทดลอง	40	28.3	19.04	4.36
กลุ่มควบคุม	40	27.87	40.06	6.49

1.2 สถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สรุปได้ดังนี้

ตาราง 3 สถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_2$	S	S.D.
กลุ่มทดลอง	40	26.3	30.22	5.5
กลุ่มควบคุม	40	22.45	10.66	3.27

1.3 สถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สรุปได้ดังนี้

ตาราง 4 สถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_2$	S	S.D.
กลุ่มทดลอง	40	37.27	15.9	3.99
กลุ่มควบคุม	40	32.22	20.44	4.52

* 2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test Independent ในรูป Difference-Score ได้ผลดังแสดงใน ตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง	40	15.05	28.3	13.25	1.41	.69
กลุ่มควบคุม	40	15.6	27.87	12.28		

จากตาราง 5 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t -test Independent ในรูป Difference-Score ได้ผลดังแสดงใน ตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง	40	12.7	26.3	13.6	1.02	2.35*
กลุ่มควบคุม	40	11.25	22.45	11.2		

$$t (.05, 78) = 1.980$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t -test Independent ในรูป Difference-Score ได้ผลดังแสดงใน ตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง	40	29.67	37.27	7.6	1.02	4.34**
กลุ่มควบคุม	40	29.02	32.22	3.15		

$$t (.01, 78) = 2.647$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 แสดงว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนได้รับการสอน และหลังจากได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงใน ตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่างมี วิจารณญาณ

กลุ่มตัวอย่าง	N	D	D ²	t
กลุ่มทดลอง	40	304	2990	11.52**

$$t (.01, 39) = 2.457$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 แสดงว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่างมี วิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่าง มีวิจารณญาณหลังจากการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนได้รับการสอน และหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t -test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดง ใน ตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง	N	D	D ²	t
กลุ่มทดลอง	40	126	1356	4.02**

$$t (.01, 39) = 2.457$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 แสดงว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

7. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า ข้อที่ 6 ที่ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีสมมติฐานว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมีความสัมพันธ์กัน ผลการวิเคราะห์ปรากฏในตาราง 10

ตาราง 10 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แหล่งข้อมูล	r	t
คะแนนแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	.423	2.85**
คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (.01, $t_{38} = 2.433$)

จากตาราง 10 แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้างนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ กับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้างนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณกับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณกับการสอนตามคู่มือครู
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนก่อนและหลังจากการได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนก่อนและหลังจากการได้รับการสอนตามคู่มือครู
6. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ

* สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

- * 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
5. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ทั่วหมาก บางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 80 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

- 2.1 ชุดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย การตั้งสถานการณ์ และเอกสารประกอบการสอน
- 2.2 แผนการสอนที่จัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาระบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 2.3 แผนการสอนตามคู่มือครู
- 2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารรอบตัว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.82
- 2.5 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.77
- 2.6 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของ Watson Glaser Form A, แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของ วีระ เมืองช้าง และแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของ เบญจมาศ สันประเสริฐ จำนวน 60 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.79

3. วิธีดำเนินการทดลอง

- 3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2534 เข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากมา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน แล้วจับสลากอีกครั้งหนึ่งแยกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มละ 40 คน
- 3.2 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3.3 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากันคือ กลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที คือ

- 3.3.1 กลุ่มทดลองสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3.3.2 กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู
- 3.4 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองตามกำหนด จึงทำการทดสอบหลังการเรียนรู้กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3.5 ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1, 2 และ 3 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference-Score (Scott. 1962:264)
2. ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 4, 5 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Dependent (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531:87)
3. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 6 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson) (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528:70)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่าง

กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผลดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับของนักเรียนที่ได้รับ

การสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังนี้

ประการแรก เมื่อพิจารณากระบวนการเรียนการสอนในแต่ละกลุ่ม จะเห็นว่าวิธีสอนทั้งสองวิธีมุ่งเน้นให้ผู้เรียนฝึกใช้ความคิดในการเรียนรู้ โดยในกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เมื่อเริ่มเรียนผู้เรียนจะได้รับการฝึกการคิดเป็นรายบุคคล ตามแนวคำถามจากสื่อการสอนในชั้นการตระหนักและมองเห็นความสำคัญของปัญหา โดยใช้สถานการณ์ด้วยการตั้งเป็นสื่อ ฝึกให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหา แสดงความคิดเห็นต่อปัญหา หาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจนสามารถตั้งข้อสมมติฐานของปัญหาจากสถานการณ์ในการตั้งได้ ดังที่คิลวู้ และแพทริก (Guilford. 1951:VII - VIII; Citing Dewey and Kilpatrick.) กล่าวว่า ผู้เรียนจะเรียนได้ดีที่สุดในสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นอกจากนั้นยังได้มีการอภิปรายวางแผนกำหนดขั้นตอนการหาความรู้ที่ถูกต้องด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วทำการทดลองอันจะนำไปสู่ผลการทดลองที่เชื่อถือได้มากที่สุด ผู้เรียนได้ฝึกสรุปข้อความจากเนื้อหาที่ได้ศึกษาโดยใช้การอ้างเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ และขั้นสุดท้ายผู้เรียนจะได้ประเมินผลการเรียนรู้โดยอาศัยเหตุและผล สำหรับกลุ่มควบคุม ครูเป็นผู้ใช้คำถามอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดไว้ร่วมกับนักเรียน เพื่อการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐานที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การทดลอง ซึ่งทั้งสองวิธีนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปด้วย ผู้เรียนก็จะเกิดความรู้ ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนไปพร้อมกัน นักเรียนทั้งสองกลุ่มต่างมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ฝึกการคิด และฝึกแก้ปัญหาตามขั้นตอนหลักที่คล้ายคลึงกัน คือ การระบุปัญหา หาเหตุผลที่เป็นไปได้ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง

ประการที่สอง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีการจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวความคิดของ วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser. 1964:10-15) ไว้อย่างชัดเจน คือ มีการจัดกิจกรรมตามขั้นตอนเพื่อให้เกิดการคิดอย่างรอบคอบ 5 ประการ อันได้แก่ การสรุปความ การกำหนดข้อสันนิษฐาน การนิรนัย การตีความ และการประเมินข้อโต้แย้ง และผู้สอนได้สอดแทรกเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ในกิจกรรมทุกขั้นตอน อาจทำให้นักเรียนวิตกกังวลกับรูปแบบการจัดกิจกรรมที่ต้องให้นักเรียนฝึกหาคำตอบ คำอธิบายจากสื่อ

การสอน การตั้งสมมติฐานจากคำอธิบาย และการออกแบบการทดลอง นอกจากนี้ผู้เรียนส่วนใหญ่ ไม่น่าจะเคยกับการเรียนการสอนรูปแบบนี้ ผู้เรียนอาจเคยชินกับการสอนตามคู่มือครู เหตุผลดังกล่าวนี้ อาจเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสอง กลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประการที่สาม เวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมของกลุ่มทดลองซึ่งแต่ละชั้นตอนผู้เรียนจะได้ฝึกคิดด้วยตนเอง และฝึกคิดร่วมกันในกลุ่ม ทำให้เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมของกลุ่มทดลอง ไม่เท่ากันในแต่ละกลุ่ม ประกอบกับผู้สอนกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมไว้เท่ากับกลุ่มควบคุม จึงเป็นการเร่งเวลาในการทำกิจกรรมของกลุ่มทดลอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะเหตุผลดังนี้

ประการแรก การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมี วิจารณญาณของกลุ่มทดลอง มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยวิธีการสอนตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เริ่มจากที่ผู้เรียนได้ฝึกระบุปัญหาหาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง และสรุปผลตามรูปแบบการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน การปฏิบัติกิจกรรมในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสดูผิด และพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้เรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับที่ พจน ละเอียด (2517:49-51) กล่าวว่าไว้ว่า นักเรียนที่ได้มีการฝึกฝนบ่อย ๆ จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้ฝึกฝน

ประการที่สอง ถ้าพิจารณาในส่วนของกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้เรียนที่เรียนด้วยการ

จัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ให้นักเรียนวิเคราะห์หาสาระสำคัญของปัญหา หาข้อสรุป การให้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้มองเห็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทดลอง รวมทั้งการให้ผู้เรียนอภิปรายภายในกลุ่มก่อนการปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลองมีความสำคัญมาก เป็นลักษณะที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิรตี สุวีรานนท์ (2532:83) ที่ได้ศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู และลักษณะของกิจกรรมที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีขั้นตอนที่เด่นชัด ผู้เรียนมีโอกาสลงมือกระทำ และหาคำตอบอย่างอิสระตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ จึงทำให้ผู้เรียนในกลุ่มทดลองได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มาก และจากงานวิจัยของ เกเบิล และรัมบ้า (Gable and Rubber. 1977:503-511) ที่พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกฝนเพิ่มเติม และงานวิจัยของ รุงชี้ว่า สุชาติ (2529:79) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ฝึกออกแบบการทดลองสูงกว่าที่ไม่ได้ฝึกออกแบบการทดลอง และงานวิจัยของ ไรลีย์ (Riley. 1975:5152-A) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือปฏิบัติจริง มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่สอนตามปกติ

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

อาจเป็นเพราะเหตุผลดังนี้

ประการแรก ถึงแม้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนของทั้งสองกลุ่มต่างมุ่งให้ผู้เรียนฝึกคิด โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ผู้เรียนในกลุ่มทดลองได้เรียนจากสถานการณ์ที่เป็นการเสนอเรื่องราวเกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา แสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวและปัญหาตามขั้นตอนของ กิจกรรมที่กำหนดให้ตามลำดับ และผู้เรียนถูกกระตุ้นให้ใช้ความคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ และ พยายามค้นหาคำตอบต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่กำหนดให้นั้น ทำให้ผู้เรียนในกลุ่มทดลองเกิดความ เข้าใจในสิ่งที่เรียนอย่างถ่องแท้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พยอม ตันเมณี (2524:148) ที่พบว่า ความคิดเห็นของนักศึกษาจำนวน ไม่น้อยที่แสดงความคิดเห็นว่า ปัญหาและคำตอบที่แทรกไว้ในตำรา รูปแบบเชิงปัญหาทำให้ตนต้องคิดหนักและยุ่งยากในการแก้ปัญหา และนักศึกษาทุกคนยอมรับว่า ถ้า ตนตอบปัญหาและเข้าใจสถานการณ์เหล่านั้นได้ จะทำให้เข้าใจบทเรียน และเป็นคนช่างคิด และมี เหตุผลยิ่งขึ้น อีกทั้งการนำเสนอการสอนที่เป็นการเสนอมาเป็นสถานการณ์ประกอบบทเรียน เป็นสิ่งหนึ่ง ที่ชวนให้เกิดความสงสัยและติดตาม (เสริมศรี เสวตมาร และสาลี งามศิริ. 2521:96) เป็น การดึงดูดความสนใจในการคิดของผู้เรียนให้เป็นไปตามกระบวนการคิดที่ผู้สอนได้จัดขึ้น ให้เป็นไป อย่างมีเหตุผล และยังเป็นการจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นที่จะแสดง ออกซึ่งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการวิจัยของ นอร์วอล (Norval. 1970: 95-102) ที่พบว่า วิธีสอนที่ปรับปรุงมาจากวิธีสอนของ ชุคแมน ที่เน้นการคิดวิเคราะห์แบบต่าง ๆ ก่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์แบบการจำแนก แบบโยงสัมพันธ์ และแบบสรุปอ้างอิงนั้น เปิดโอกาสให้ นักเรียนคิดหาเหตุผล และแสดงเหตุผลให้ผู้อื่นทราบโดยการพูดหรือการอภิปรายได้แตกต่างจาก การสอนตามคู่มือครู จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการสอนของกลุ่มทดลอง ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการ การคิดและตัดสินใจเลือกสิ่งที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ซึ่งทำให้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของผู้เรียนพัฒนาขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ เกรก (Graig. 1966:108-111) ที่กล่าวว่า เราสามารถพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้ทุกระดับชั้นซึ่งครูมีส่วนช่วยส่งเสริม และปรับปรุงให้ดีขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กนิษฐา อุณันต์ (2532:94) ที่พบว่า ความ สามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการพัฒนาความสามารถ ด้านการใช้เหตุผลกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประการที่สอง กิจกรรมการสอนของกลุ่มทดลอง ผู้เรียนมีโอกาสคิดพิจารณาเนื้อหาสาระต่าง ๆ ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ จึงมีโอกาสที่จะคิดแก้ปัญหาและแสดงความคิดเห็นตามกิจกรรมที่กำหนดให้ได้เต็มที่โดยไม่ต้องรอผู้อื่น เป็นสิ่งที่ท้าทายที่จะทำให้ผู้เรียนไปถึงเป้าหมายเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสนใจและพอใจในการดำเนินกิจกรรมนั้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองและก่อนการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกิจกรรมต่าง ๆ ที่กลุ่มทดลองได้ศึกษานั้นมีสถานการณ์ที่เร้าใจ ชวนให้เกิดความสนใจ พาให้นักเรียนคิดและติดตามไปตลอด ทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดอย่างรอบคอบภายใต้หลักการที่เป็นเหตุเป็นผล มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้วิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ จากข้อมูล ข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ ตลอดจนการแก้ปัญหาต่าง ๆ สอดคล้องกับคำกล่าวของ ฮัตจิน (Hundgins, 1977:174-178) ที่ว่าบุคคลที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณต้องเป็นคนที่มีความสามารถพิจารณาตรรกะและประเมินหลักฐานที่นำมาสนับสนุนอย่างมีเหตุผล ก่อนที่จะยอมรับข้อสรุปนั้น ย่อมจะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533:86) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง มีความคิดวิจารณ์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

จากเหตุผลดังกล่าว นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองและก่อนการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมี

วิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครูนี้นั้นเป็นวิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนที่กำหนดให้ เช่น ขั้นตอนการอภิปรายปัญหา ขั้นตอนการทดลอง และขั้นสรุปผล ซึ่งแต่ละขั้นตอนต่างก็ฝึกให้ผู้เรียนมีการใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งสิ้น และต่างก็มุ่งให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และลักษณะการเรียนการสอนเน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ดังที่ (กนิษฐา อุ่นอนันต์. 2532:99; อ้างอิงมาจาก พรวิภา พลเกษ. 2524:21) กล่าวยถึงหลักสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์ว่า กิจกรรมการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิด รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน ซึ่งบรรยากาศดังกล่าวจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดอย่างมีเหตุผล และการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์สิ่งย่อย ๆ จากข้อเท็จจริง หรือข้อมูล ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ โดยวิธีการเปรียบเทียบและแยกแยะ เป็นผลทำให้ผู้เรียนต้องใช้เหตุผลและความคิดโดยไตร่ตรองและรอบคอบทุกขั้นตอนในการแก้ปัญหา

จากเหตุผลดังกล่าว นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองจึงมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์สูงกว่าก่อนทดลอง

6. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์เป็นการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเกี่ยวข้องสัมพันธ์ ผู้เรียนจึงเกิดทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการนิยาม ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูล และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณ์ พบว่า ผู้วิจัยหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิด

อย่างมีวิจาร์ณญาณไว้แตกต่างกัน และประกอบด้วยทักษะเฉพาะหลายชนิด แต่เมื่อเปรียบเทียบทักษะต่าง ๆ เหล่านี้ จะพบว่า มีลักษณะร่วมที่มีความคล้ายคลึงกันอยู่ ตามที่ เดคาโรลิ (Decaroli. 1973:68) ได้กำหนดทักษะไว้ดังนี้คือ ทักษะการนิยาม ทักษะการกำหนดสมมติฐาน ทักษะกระบวนการข้อมูล ทักษะการตีความ ทักษะการสรุปอ้างอิง ทักษะการให้เหตุผล การประเมินผล และการประยุกต์ ซึ่งทักษะเหล่านี้อธิบายความคิดรวบยอดอย่างกว้าง ๆ ของการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณไว้ และตามแนวความคิดของ วัตสัน และเกอร์เซอร์ (Watson and Glaser. 1964:10) ที่กล่าวว่า ความสามารถทางความคิดที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ มีดังนี้ ความสามารถในการกำหนดปัญหา ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ความสามารถในการพิจารณาว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น และข้อความใดไม่ใช่ ความสามารถที่จะจัดหรือเลือกสมมติฐาน และความสามารถที่จะลงข้อสรุปด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณมีความสัมพันธ์กัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ วีระ เมืองช้าง (2525:87) ที่พบว่า ความคิดวิจาร์ณญาณมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรจะได้นำเอาการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณมาใช้ เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณของนักเรียนให้สูงขึ้น เพราะจากการวิจัยพบว่า ถ้านักเรียนสามารถหาข้อสรุปของปัญหา กำหนดข้อสันนิษฐาน หาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ในการวินิจฉัย การตีความ และการประเมินข้อโต้แย้งได้ นักเรียนจะมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ

1.2 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรให้ความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณให้เกิดแก่นักเรียน โดยวางแผนการสอนให้สอดคล้องกับแนวความคิดที่ก่อให้เกิดการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณมาเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1.3 การสอนตามแผนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไม่สามารถสอนได้ทันตามกำหนดเวลาในกิจกรรมชั้นตระหนักและมองเห็นความสำคัญของปัญหา ขั้นการตั้งสมมติฐาน และการหาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพราะนักเรียนไม่คุ้นเคยกับรูปแบบของกิจกรรม แต่หลังจากสอนไปแล้ว 3-4 ครั้ง นักเรียนจะเริ่มคล่อง และสามารถปฏิบัติไปได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งขั้นตอนการวางแผนการทดลองที่นักเรียนไม่เคยชินกับการให้ระบุการออกแบบการทดลอง ดังนั้น ครู-อาจารย์ที่จะนำแผนการสอนนี้ไปใช้ควรเตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนการสอน โดยให้นักเรียนศึกษา ตัวอย่าง และอธิบายความหมายของตัวแปรต่าง ๆ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

ในขั้นการวางแผนการทดลอง ครูควรอธิบายขั้นตอนการออกแบบการทดลองให้นักเรียนเข้าใจก่อนเริ่มทำการทดลองสอนด้วยแผนการสอนนี้

1.4 แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในส่วนที่ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของ Watson and Glaser พบว่าไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของเด็กไทย เนื่องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นสถานการณ์ที่เด็กไทยไม่คุ้นเคย เช่น วัฒนธรรม ขนบธรรมเนียม ประเพณี และความเป็นอยู่ ดังนั้น ครูหรือนักวัดผลทางการศึกษาที่สนใจการสร้างแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณน่าจะ ได้ศึกษา และหาแนวทางการสร้างแบบทดสอบชนิดนี้ให้หลากหลายยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ควรจะได้นำการสอนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปใช้ทดลองร่วมกับตัวแปรอื่น เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ มโนภาพแห่งตน ความคงทนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 ควรจะได้นำการสอนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปทดลองใช้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อศึกษาว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ได้ผลเช่นเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

2.3 ควรมีการสำรวจความสนใจของผู้เรียนระหว่างการเรียนด้วยการจัดกิจกรรม

เพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามปกติว่า ผู้เรียนมีความสนใจต่างกันหรือไม่

2.4 ควรจะ ได้ทำการศึกษาวิจัยการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนา

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการเรียนการสอนวิชาอื่น ๆ ที่เหมาะสม

2.5 ควรจะ ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างข้อสอบการวัดความสามารถในการคิด

อย่างมีวิจารณญาณในรูปแบบต่าง ๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนิษฐา อุ่นอนันต์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- กมล หลีกภัย. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- กิตติมา ปรีดีติลล. ปรัชญาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ประเสริฐการพิมพ์, 2520.
- เชาวนีย์ อะยะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- โชติ เพชรชื่น. "แบบทดสอบสถานการณ์," การวัดผลการศึกษา. 2 : 7-16 กันยายน-ธันวาคม, 2526.
- ทิพา เพชรดี. การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสอบสวนสืบสวน ความคิดวิจารณ์ และความคิดขั้นกับสิ่งรอบข้าง ไม่ขึ้นกับสิ่งรอบข้าง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.
- กิศนา ขมมณี. "การพัฒนากระบวนการคิด," วารสารการศึกษากรุงเทพฯ. 12 : 1-5 กันยายน, 2533.
- นิตา สะเพียรชัย. "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์," ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 5 : 6-7 กรกฎาคม 2520.

นิยม ทองอุดม. การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องบรรยากาศ โดยใช้บทเรียนโมเดลกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

นางนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

บุญเหลือ ทองเอี่ยม และสุวรรณ นาฏ. การใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2530.

เบญจมาศ ล้นประเสริฐ. การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

บุญรัตน์ ศิริอาชากุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ. 1 กับ ม.1 ในเขตการศึกษา 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัดสำเนา.

ประติษฐ์ สันเนอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.

ประวิตร ชูศิลป์. "หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่," เอกสารการนิเทศการศึกษา. ฉบับที่ 233 ภาควิชาพัฒนาวารและเอกสารหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524. อัดสำเนา.

ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

ผดุงยศ ดวงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2528.

ผสุติ ตามไท. "โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น," จันทร์เกษม. (203)
: 54 กรกฎาคม - สิงหาคม 2531.

พจน์ สะเพียรชัย. "การสอบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้การสอน," จุดยืนและทิศทางการศึกษาไทย.
หน้า 78-82. สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2518.

พยอม ตันเมธี. การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยา
ในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป. ปรินซ์ตันนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

พิกุล รื่นเรืองใจ. การศึกษาผลการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่
1 ด้านทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการวัด ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและ
สื่อความหมายข้อมูลและทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล. ปรินซ์ตันนิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

พัชรา เรืองศรี. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขต กทม. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.

ภาณี โอภิชากร การศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ และความคงทนด้านทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อ
รอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้. ปรินซ์ตันนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

มังกร ทองสุกดี. โครงสร้างการศึกษาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว,
2521.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. 2525. อัดสำเนา.
_____. ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. 2525. อัดสำเนา.

- รุ่งชิวา สุชาติ. การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 8. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- รุจิ ไร่ประคำสตร์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.
- ลาวรรณ โฉมเฉลา. ผลดีและผลเสียจากการอ่านหนังสือการ์ตูนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ป.5 - ป.6). วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2531. อัดสำเนา.
- วีระยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์, 2521. อัดสำเนา.
- วีระ เมืองช้าง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทร์ประดิษฐาราม กทม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- สงบ ลักษณะ. การเพิ่มคุณภาพการจัดการเรียนการสอนในการใช้หลักสูตรใหม่ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533. เอกสารประกอบคำบรรยายทางวิชาการ หน้า 3-4, 2533.
- สุรวุฒิ สุทินโรจน์. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517. อัดสำเนา.

สวัณห์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1-2.

กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์ เซ็นเตอร์, 2531. อัดสำเนา.

สุมาลี พิตรกุล. ความสัมพันธ์ระหว่างกิริยาร่วมทางวาทะกับการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อนของขบวนการวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

สงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. ม.ป.ป. อัดสำเนา.

เสริมศรี เสวตอมร และสาส์ งามศิริ. "การวิเคราะห์วิธีการสอนแบบ Inquiry,"
วารสารครูศาสตร์. ฉบับพิเศษ : 68-79; กรกฎาคม - สิงหาคม 2521.

สมจิต สวณไพบุยย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตร
และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ประสานมิตร. 2526.
อัดสำเนา.

_____. สมรรถภาพการสอนของครู. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

แสงศิริ ศิริมงคล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและ
ครูทบทวน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

สัญญา ทิพย์เสนา. การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบปกติในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

อานต์ จันทร์กวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และ
ทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม.2. วิทยานิพนธ์ กรุงเทพฯ : กศ.ด.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2514. อัดสำเนา.

- อุทัย นุญมาตี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและตามคู่มือครู สสวท. ปรินธิพานิช กศ.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อภิรัตน์ สุวีริยา. การศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินธิพานิช กศ.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

American Association for the Advancement of Science. Science a Process
Approach Commentary for Teacher. Washington D.C. : AAAS. 1970.

Anderson, Barry F. The Complete Thinker : A Handbook of Techniques for
Creative and Critical Problem - Solving. New Jersey : Prentice
 Hall. Inc., 1980.

Australian Science Education Project Inquiry Approach, in A Guide to
ASEP. Austratian Science Education Project, 1974.

Basmajian, Ronald Keith. "The Relationship between Piagetian Cognitive
 Maturity and Scholastic Success of Students Enrolled in an
 Audio Tutorial Biology Program," Dissertation Abstracts
International. 39 : 210-A, July, 1978.

Bloom, Benjamin S. Taxonony of Education Objectives Handbook 1 :
Cognitive Domain. London : Longman Inc., 1956.

Butzow, John W. "The Process Learning Component of Introductory
 Physical Science : A Pilot Study." The Journal Research in
Education. 6(10) : October 1971.

Carin, Arthur A. and Sund, Robert B. Teaching Science Through
Discovery. 3rd. ed. Columbus, Ohio : C.E. Merrill,, 1975.

Cole. Peter G. and Lorna K.S. Chan. Teaching - Principles and
Practive. New York : Prentice Hall, 1987.

Craig Gerald. Science for the Elementary Teacher. Massachusett :
 Blaisdell Publish Company, 1966.

De Bono, Edward. Teaching Thinking. London : Temple Smith, 1976.

Decaroli, Joseph. "What Research Say to the Classroom Teacher :
 Critical Thinking," Social Education. 37(1) : 67 : 69, January,
 1973.

- Dewey, John. How We Think. New York : D.C. Heath and Company, 1933.
- Dressel, Paul L. and Lewis B. Mayhew. General Education : Explorations in Evaluation. 2 nd ed. Washington, D.C., American Council on Education, 1957.
- Ennis, Robert H. And R. E. Sutton. "Logical Operation in the Classroom," in The International Encyclopedia of Education V.5. edited by Torstem Husem and T. Neville Postleth P. 3129-3139. New York : Pergamon Press Ltd., 1985.
- Ennis, Robert H. "A Concept of Critical Thinking," Harvard Educational Review. 31(1) : 81 : 111, Winter, 1962.
- Fan, Chung Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey : Education Testing Service, 1952.
- ✓Hudgins, Bryce B. Learning and Thinking. Illinois : F.E. Peacock Publishers, Inc., 1977.
- Hunkins, Francis P. Questioning Strategies and Techniques. Boston, Massachusetts : Allyn and Bacon. Inc., 1972.
- Guilford, J. P. Educational Psychology. New York : D. Van Nostrand Company, Inc., 1951.
- Kinder, James S. Using Audio - Visual Materials in Education. New York, American Book Company, 1965.
- Kleinman, Gladys. S. "General Science Teacher's Questions, Pupil and Teacher Behavior and Pupils' Understanding of Science," Dissertation Abstracts International. 25 : 5153 - 4 A; March, 1964.
- Norval, Scott. "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization A Three Years Exploratory Study," Journal of Research in Science Teaching. Vol 7. : 95-102 ; April, 1970.
- Polanski, Harold. "Piaget's Logical Operation and Science Content Comprehension," Dissertation Abstracts International. 35 : 5952A-5953A ; March, 1975.
- Quellmalz, Edys S. "Needed : Better Method for Testing Higher - Order Thinking Skills," Educational Leadership. 43(2) : 29-35, October, 1985.
- Ray, Charles Lear. "A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Higher Level Questions on Students. Abstract Reasoning and Critical Thinking in Two - Non - Directive High School Chemistry Classrooms," Dissertation Abstracts International. 40(6) : 3220-A, April, 1979.

- Riley, Joseph Philip. "The Effect of Science Process Training on Preservice Elementary Teacher's Process skills Abilities Understanding of Science, Attitudes towards Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts International. 35 : 5152-A, February, 1975.
- Russell, David H. Children's Thinking. New York : Oinn and Company, 1956.
- Sternberg, Rober J. "Reasoning, Problem Solving, and Intelligence," in Handbook of Human Intelligence. edited by Robert J. Sternberg. p. 225-307. New York : Cambridge University Press, 1982.
- _____. "Teaching Critical Thinking, Part 1 : Are We Making Critical Mistakes ?," Phi Delta Kappan. 67(3) : 194-198; November, 1985A.
- _____. "Teaching Critical Thinking, Part 2 : Possible Solutions," Phi Delta Kappan. 67(4) : 277-280; December, 1985B.
- Strawitz, M. Barbra and Mark R. Malone. "Preservice Teachers' Acquisitio and Rentention of Integrated Science Process Skills : A Comparision of Teacher - Directed and Self Instructional Strategies," Journal of Research in Science Teaching. 24(1) : 53-60, January, 1987.
- Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. 2nd ed. Ohio : Bell and Howell Company, 1973.
- Vanek, Eugenia and Popparad. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (VSS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement and Attitudes," Dissertation Abstracts International. 53 : 1522-A; September, 1974.
- / Watson, Goodwin and Edward M. Glaser. Critical Thinking Appraisal : Manual for Forms A. New York : Harcourt, Barce and World, I Inc., 1980.
- Willaims, James Melford. "A Comparison Study of the Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United States History," Dissertation Abstracts International. 42(4) : 1605-A, October, 1981.
- Wittich, Walter Arno and Charles, Francis - Schuller. Audio - Visual Materials, Their Nature and Use. 3nd. ed. New York : Harper and Brothers Publishers, 1962.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง แสดงค่า p , r ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ม. 1

บทที่ 3 เรื่อง สารรอบตัว

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r
1	.70	.37	.54	.34	20	.70	.41	.56	.30
2	.78	.30	.54	.48	21	.59	.19	.38	.42
3	.74	.26	.50	.48	22	.70	.26	.48	.44
4	.70	.48	.59	.23	23	.70	.37	.54	.34
5	.74	.51	.63	.25	24	.78	.37	.58	.42
6	.78	.44	.62	.36	25	.48	.11	.28	.44
7	.59	.22	.40	.39	26	.56	.15	.34	.45
8	.74	.41	.58	.34	27	.78	.52	.65	.29
9	.78	.44	.62	.36	28	.78	.22	.50	.55
10	.56	.15	.34	.45	29	.81	.30	.56	.51
11	.59	.15	.36	.47	30	.67	.26	.46	.41
12	.63	.26	.44	.38	31	.63	.19	.40	.46
13	.81	.37	.60	.46	32	.78	.37	.58	.42
14	.63	.22	.42	.42	33	.67	.22	.44	.46
15	.70	.30	.50	.40	34	.78	.41	.60	.39
16	.78	.41	.60	.39	35	.70	.30	.50	.40
17	.48	.26	.37	.24	36	.70	.44	.57	.27
18	.67	.11	.37	.59	37	.67	.26	.46	.41
19	.56	.15	.34	.45	38	.67	.30	.48	.37

ตาราง (ต่อ)

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r
39	.74	.33	.54	.41	45	.70	.41	.56	.30
40	.74	.44	.59	.31	46	.81	.44	.63	.46
41	.78	.37	.58	.42	47	.62	.26	.44	.37
42	.63	.22	.42	.42	48	.78	.48	.64	.32
43	.74	.37	.56	.38	49	.63	.30	.46	.34
44	.67	.37	.52	.30	50	.74	.37	.56	.38

ตาราง แสดงค่า p , r ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r
1	.74	.30	.52	.44	21	.70	.30	.50	.40
2	.70	.26	.48	.44	22	.63	.26	.44	.38
3	.67	.30	.48	.37	23	.74	.19	.46	.55
4	.67	.41	.54	.27	24	.78	.33	.56	.46
5	.78	.41	.60	.39	25	.67	.30	.48	.37
6	.56	.30	.43	.27	26	.81	.52	.67	.32
7	.70	.44	.57	.27	27	.59	.22	.40	.39
8	.74	.33	.54	.41	28	.56	.26	.41	.31
9	.78	.19	.48	.58	29	.85	.48	.68	.41
10	.70	.22	.46	.48	30	.70	.19	.44	.51
11	.67	.48	.58	.20	31	.63	.26	.44	.38
12	.59	.37	.48	.22	32	.59	.22	.40	.39
13	.59	.30	.44	.30	33	.78	.33	.56	.46
14	.78	.56	.67	.25	34	.81	.41	.62	.42
15	.74	.22	.48	.52	35	.78	.37	.58	.42
16	.56	.19	.37	.40	36	.74	.30	.52	.44
17	.59	.19	.38	.42	37	.63	.30	.46	.34
18	.70	.26	.48	.44	38	.63	.26	.44	.38
19	.74	.19	.46	.55	39	.67	.19	.42	.50
20	.74	.41	.58	.34	40	.78	.44	.62	.36

วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

$$\Sigma pq = 11.859$$

$$\Sigma X = 2546$$

$$\Sigma X^2 = 70900$$

$$\begin{aligned} S_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N (n-1)} \\ &= \frac{100 \times (70900) - (2546)^2}{100 (100-1)} \\ &= \frac{7090000 - 6482116}{100 \times 99} \\ &= 61.4024 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right] \\ &= \frac{50}{49} \times \left[1 - \frac{11.859}{61.4024} \right] \end{aligned}$$

วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

$$\Sigma pq = 9.0947$$

$$\Sigma X = 2216$$

$$\Sigma X^2 = 52746$$

$$\begin{aligned} S_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N (n-1)} \\ &= \frac{100 \times (52746) - (2216)^2}{100 \times 99} \\ &= \frac{5274600 - 4910656}{9900} \\ &= 36.7620 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right] \\ &= \frac{40}{40-1} \left[1 - \frac{9.0947}{36.7620} \right] \end{aligned}$$

$$= \frac{40}{39} \cdot \left[1 - .2473 \right]$$

$$= \frac{40}{39} \times .7527$$

$$\text{ความเชื่อมั่น} = .77$$

วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

$$\Sigma pq = 12.1678$$

$$\Sigma X = 3190$$

$$\Sigma X^2 = 107074$$

$$\begin{aligned} S_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N (n-1)} \\ &= \frac{100 \times (107074) - (3190)^2}{100 (100-1)} \\ &= \frac{10707400 - 10176100}{100 \times 99} \\ &= \frac{531300}{9900} \\ &= 53.67 \end{aligned}$$

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \cdot \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right]$$

$$= \frac{60}{59} \times \left[1 - \frac{12.1678}{53.67} \right]$$

$$= \frac{60}{59} \times \left[1 - .2267 \right]$$

$$= \frac{60}{59} \times .7733$$

ความเชื่อมั่น = .79

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างแบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง สารรอบตัว ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

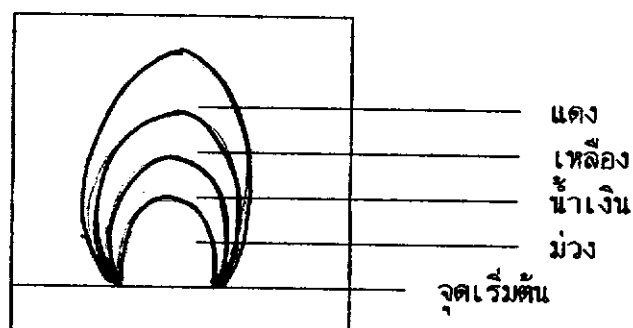
1. ข้อสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย x บนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องเพียงข้อเดียวโดยให้นักเรียนเขียนลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้
3. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 50 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที
4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมาย หรือเขียนอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียบร้อยแล้วจึงลงมือทำข้อสอบ

1. ในการจำแนกสารต่าง ๆ ออกเป็นสารเนื้อเดียว และสารเนื้อผสม ใช้ประสาทสัมผัสใดในการจำแนก

ก. หู	ข. ตา
ค. จมูก	ง. ลิ้น
จ. กายสัมผัส	
2. ถ้าให้นายสมชายและนายสมพงษ์จัดหมวดหมู่ของสารต่อไปนี้คือ ทองคำ น้ำเชื่อม นาก และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปรากฏว่าทั้ง 2 คน จัดได้ไม่เหมือนกันเพราะเหตุใด

ก. ใช้เกณฑ์ตัดสินต่างกัน	ข. มีความรู้ต่างกัน
ค. ใช้การทดลองต่างกัน	ง. มีคนใดคนหนึ่งจัดผิด
จ. ใช้ประสบการณ์ตัดสิน	

3. เมื่อบอกว่า น้ำเชื่อมเป็นของเหลว น้ำตาลทรายเป็นของแข็ง เราจะใช้เกณฑ์ในข้อใดในการจำแนก
 - ก. สถานะของสาร
 - ข. รสชาติของสาร
 - ค. ชนิดของสาร
 - ง. ลักษณะของเนื้อสาร
 - จ. ลักษณะของประสาทสัมผัส
4. ข้อใดเป็นสารเนื้อเดียว
 - ก. ข้าวเหนียวน้ำกะทิ
 - ข. พริกป่นปนเกลือ
 - ค. ผงเหล็กในกองเหล็ก
 - ง. เกลือปนน้ำตาล
 - จ. พริกน้ำส้ม
5. วิธีการใดใช้แยกสารเนื้อเดียว
 - ก. การกลั่น การกรอง
 - ข. วิธีโครมาโทกราฟี การกลั่น
 - ค. การกรอง การใช้แม่เหล็กดูด
 - ง. สกัดด้วยตัวทำละลาย การกรอง
 - จ. การระเหย การใช้แม่เหล็กดูด
6. ข้อใดเป็นสารเนื้อผสม
 - ก. น้ำประปา
 - ข. น้ำปลา
 - ค. น้ำมันพืช
 - ง. น้ำอบไทย
 - จ. น้ำทะเล
7. ถ้าต้องการแยกน้ำเชื่อมให้ออกเป็นน้ำตาลและน้ำควรใช้วิธีใด
 - ก. การกลั่น
 - ข. การกรอง
 - ค. ทำให้น้ำตาลตกผลึก
 - ง. ตั้งทิ้งไว้ให้ของเหลวแยกเป็นชั้น
 - จ. ตั้งทิ้งไว้ให้น้ำตาลระเหิดไปเอง
8. ถ้าต้องการจัดเหล็ก, คาร์บอน และเกลือแกง ให้อยู่พวกเดียวกันควรใช้สมบัติข้อใดเป็นเกณฑ์
 - ก. การละลาย
 - ข. การนำไฟฟ้า
 - ค. ความหนาแน่น
 - ง. สถานะ
 - จ. จุดหลอมเหลว



กระดานกรอง

พิจารณาผลการทดลองต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ข้อ 14

ใส่สาร A จำนวน 2 ชั้นเบอร์หนึ่งในของเหลว B 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน
นำของเหลวที่ได้ไปกรอง ปรากฏว่าไม่มีสิ่งใดตกค้างอยู่บนกระดานกรอง

14. ของเหลวที่ได้จากการกรองคืออะไร

- | | |
|--------------------|---------------|
| ก. สารผสม | ข. ของเหลวผสม |
| ค. สารละลาย | ง. สารแขวนลอย |
| จ. สารละลายอิ่มตัว | |

15. สารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งหนัก 100 กรัม นำมาหาจุดหลอมเหลวได้ 45 C ถ้านำสารนี้มา 15 กรัม
จุดหลอมเหลวควรจะมีค่าเท่าใด

- | | |
|---------|----------|
| ก. 45 C | ข. 4.5 C |
| ค. 15 C | ง. 45 C |
| จ. 80 C | |

16. สารต่อไปนี้ข้อใดมีสมบัติแตกต่างไปจากสารอื่น

- | | |
|---------------|-------------|
| ก. น้ำตาลทราย | ข. เกลือแกง |
| ค. ด่างทับทิม | ง. การบูร |
| จ. ผงซัก | |

17. ทำไมจึงกล่าวว่า น้ำเกลือเป็นสารละลาย

- ก. มีสีเดียวกัน
- ข. มีน้ำเป็นตัวถูกละลายของสารละลายน้ำเกลือ
- ค. น้ำเกลือเป็นตัวทำละลายของสารละลายน้ำเกลือ
- ง. ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียวและเป็นของเหลว
- จ. ประกอบด้วยสารมากกว่าหนึ่งชนิดและรวมเป็นเนื้อเดียวกัน

18. จากการสังเกตการทดลองพบว่า เกลือแกง สารส้ม และจุลินทรีย์ เมื่อนำไปตั้งไฟละลายด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ พบว่า สารทุกชนิดละลายได้เพิ่มขึ้น และเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นของแข็ง มีลักษณะแตกต่างกันออกไป นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้

- ก. ชนิดของสาร
- ข. อุณหภูมิ
- ค. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
- ง. ปริมาณของสาร
- จ. รูปร่างของสารแต่ละชนิด

19. ตัวทำละลายในองค์ประกอบของน้ำโซดา คือ

- ก. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ข. ก๊าซออกซิเจน
- ค. ก๊าซออกซิเจน + ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ง. น้ำ
- จ. ก๊าซออกซิเจน + น้ำ

นักเรียนคนหนึ่งได้ดำเนินการทดลอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 รินน้ำและแอลกอฮอล์ในหลอดทดลองอย่างละเท่า ๆ กัน

ขั้นที่ 2 เติมเกลือแกงลงในหลอดแต่ละหลอดจำนวน 1 ช้อน แล้วเขย่า

ขั้นที่ 3 เมื่อเกลือแกงแต่ละหลอดละลายหมดให้เติมอีกครั้งๆ ละช้อนจนไม่ละลาย บันทึกจำนวนช้อนที่เติม

ขั้นที่ 4 ทำเช่นเดียวกันกับขั้น 1-3 แต่เปลี่ยนสารเป็นสัณฐานอาหารและเซลล์เล็ก

20. วิธีการทดลองดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายเพื่ออะไร

- ก. ศึกษาการละลายของสารอิมัลชัน
- ข. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายชนิดเดียวกัน
- ค. ศึกษาตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย
- ง. ศึกษาองค์ประกอบของสารละลาย
- จ. ศึกษาการละลายของสารในตัวทำละลายต่างกัน

21. น้ำตาล 5 กรัม ละลายในน้ำทำให้เป็นสารละลาย 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายน้ำตาล มีความเข้มข้นเป็นเท่าใด

 - 5 g/cm^3
 - 10 g/cm^3
 - 15 g/cm^3
 - 20 g/cm^3
 - 50 g/cm^3

22. ข้อความใดไม่เกี่ยวข้องกับการนำหลักการตกผลึกไปใช้

 - การทำน้ำตาลมะพร้าว
 - การทำน้ำตาลสด
 - การทำนาเกลือ
 - การทำน้ำตาลทราย
 - ถูกทุกข้อ

23. ใส่การบูรลงในขวดแห้งสะอาดปิดฝาขวดให้แน่น เมื่อนำไปไว้กลางแดด นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร

 - การบูรจะเพิ่มจำนวนขึ้นมากมาย
 - การบูรจะเปลี่ยนไปเป็นของเหลวใส
 - การเปลี่ยนแปลงสถานะของสารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่สารได้รับ
 - การเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว
 - การบูรเกิดการระเหิด

24. ผลึก มีความสัมพันธ์กับข้อใดมากที่สุด

 - ของผสม
 - สารเนื้อผสม
 - สารละลาย
 - สารบริสุทธิ์
 - สารที่มีราคา

25. สินค้าที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากกระทรวงอุตสาหกรรม จะมีคุณภาพ ยาสีฟันบริษัท ชาวสะอาด ได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม ดังนั้น

 - ยาสีฟันบริษัท ชาวสะอาด มีราคาถูก
 - ยาสีฟันบริษัท ชาวสะอาด มีคุณภาพ
 - ยาสีฟันที่มีคุณภาพดีต้องได้รับหมายเลขทะเบียนอาหาร
 - ยาสีฟันที่ดีไม่จำเป็นต้องได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม
 - สรุปแน่นอนไม่ได้

22. ข้อความใดไม่เกี่ยวข้องกับหรือนำหลักการตกผลึกไปใช้
- ก. การทำน้ำตาลมะพร้าว ข. การทำน้ำตาลสด
ค. การทำนาเกลือ ง. การทำน้ำตาลทราย
จ. ถูกทุกข้อ
23. ใส่การบรรจุลงในขวดแห้งสะอาดปิดฝาขวดให้แน่น เมื่อนำไปไว้กลางแดด นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร
- ก. การบรรจุจะเพิ่มจำนวนชั้นมากมาย
ข. การบรรจุจะเปลี่ยนไปเป็นของเหลวใส
ค. การเปลี่ยนแปลงสถานะของสารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่สารได้รับ
ง. การเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว
จ. การบรรจุเกิดการระเหิด
25. ผลึก มีความสัมพันธ์กับข้อใดมากที่สุด
- ก. ของผสม ข. สารเนื้อผสม
ค. สารละลาย ค. สารบริสุทธิ์
จ. สารที่มีราคา
26. สินค้าที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากกระทรวงอุตสาหกรรม จะมีคุณภาพ ยาสีฟันบริษัทชาวสะอาด ได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม ดังนั้น
- ก. ยาสีฟันบริษัท ชาวสะอาด มีราคาถูก
ข. ยาสีฟันบริษัท ชาวสะอาด มีคุณภาพ
ค. ยาสีฟันที่มีคุณภาพดีต้องได้รับหมายเลขทะเบียนอาหาร
ง. ยาสีฟันที่ดีไม่จำเป็นต้องได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม
จ. สรรพเนนอนไม่ได้

23. ใส่การบรรจุลงในขวดแห้งสะอาดปิดฝาขวดให้แน่น เมื่อนำไปไว้กลางแดด นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร
- ก. การบรรจุจะเพิ่มจำนวนขึ้นมากมาย
- ข. การบรรจุจะเปลี่ยนไปเป็นของเหลวใส
- ค. การเปลี่ยนสถานะของสารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่สารได้รับ
- ง. การเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว
- จ. การบรรจุเกิดการระเหิด
25. ผลึก มีความสัมพันธ์กับข้อใดมากที่สุด
- ก. ของผสม
- ข. สารเนื้อผสม
- ค. สารละลาย
- ค. สารบริสุทธิ์
- จ. สารที่มีราคา
26. สินค้าที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากกระทรวงอุตสาหกรรม จะมีคุณภาพ ยาสีฟันบริษัท
- ชาวสะอาด ได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม ดังนั้น
- ก. ยาสีฟันบริษัท ชาวสะอาด มีราคาแพง
- ข. ยาสีฟันบริษัท ชาวสะอาด มีคุณภาพ
- ค. ยาสีฟันที่มีคุณภาพดีต้องได้รับหมายเลขทะเบียนอาหาร
- ง. ยาสีฟันที่ดีไม่จำเป็นต้องได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม
- จ. สรบนั่นเองไม่ได้

- [illegible]

26. สินค้าที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากกระทรวงอุตสาหกรรม จะมีคุณภาพ ยาสีฟันบริษัท
 ชาวสะอาด ได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม ดังนั้น
 ก. ยาสีฟันบริษัท ชาวสะอาด มีราคาแพง
 ข. ยาสีฟันบริษัท ชาวสะอาด มีคุณภาพ
 ค. ยาสีฟันที่มีคุณภาพดีต้องได้รับหมายเลขทะเบียนอาหาร
 ง. ยาสีฟันที่ดีไม่จำเป็นต้องได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม
 จ. สรรพเนนแอนไม่ได้

32. ข้อใดจัดเป็นสารบริสุทธิ์
- ก. ดิน ข. ถ่าน
ค. น้ำหมัก ง. น้ำเชื่อม
จ. นาก
33. เรามีวิธีแยกโลหะผสมของปรอทและทองคำออกเป็นสารบริสุทธิ์ 2 ชนิดได้อย่างไร
- ก. ทำให้โลหะผสมนั้นเย็น ข. ทำให้โลหะผสมนั้นร้อน
ค. ทำให้โลหะผสมนั้นเปียก ง. ทำให้โลหะผสมนั้นแห้ง
จ. ทำให้โลหะผสมนั้นเกิดการระเหิด
34. ข้อใดกล่าวถูกต้องในเรื่องเกี่ยวกับสารที่มีสมบัติเป็นกรด
- ก. สารที่มีรสเปรี้ยวทุกชนิดเป็นกรด
ข. สารที่กัดกร่อน โลหะและหินปูน ได้ทุกชนิดเป็นกรด
ค. สารที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงทุกชนิดเป็นกรด
ง. ภาชนะที่ใช้ใส่สารที่มีสมบัติเป็นกรดควรเป็นแก้วใส
จ. ถูกทุกข้อ
35. ถ้าใส่เศษอลูมิเนียมลงในสารละลายชนิดหนึ่งปรากฏว่าอลูมิเนียมทำปฏิกิริยากับสารละลายนั้น เกิดเป็นฟองขึ้นมาก และอลูมิเนียมถูกกัดกร่อน สารละลายนั้นควรมีสมบัติอย่างไร
- ก. เป็นกรด ข. เป็นเบส
ค. เป็นกลาง ง. เป็นทั้งกรดและเบส
จ. เป็นได้ทั้งกรด เบส หรือกลาง
36. "สารที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเป็นเบสย่อมมีผลต่อการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและสีแดง" จากข้อความนี้ตัวแปรต้นคืออะไร
- ก. การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน
ข. การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสสีแดง
ค. การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน
ง. สารที่มีสมบัติเป็นกรด
จ. สารที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส

36. "สารที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเป็นเบสย่อมมีผลต่อการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและสีแดง" จากข้อความนี้ตัวแปรต้นคืออะไร
- ก. การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน
- ข. การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสสีแดง
- ค. การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน
- ง. สารที่มีสมบัติเป็นกรด
- จ. สารที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส

จงใช้ตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 37-39

กรด	การเปลี่ยนแปลงเมื่อเติมสารละลายเจนเชียนไวโอเลต
A	ไม่เปลี่ยนแปลง
B	ไม่เปลี่ยนแปลง
C	ไม่เปลี่ยนแปลง
D	เปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียว
E	เปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียวอมน้ำเงิน

37. กรดชนิดใดเป็นกรดอินทรีย์

ก. D และ E

ข. A และ B

ค. A, B และ C

ง. C และ D

จ. ยังสรุปไม่ได้ข้อมูลไม่เพียงพอ

38. น้ำส้มสายชูปลอมมีกรดชนิดใดเจือปนอยู่

ก. E

ข. D

ค. A และ B

ง. D และ E

จ. A หรือ B หรือ C

44. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับ วัสดุหรือชิ้นส่วน ที่ไม่สามารถทำความสะอาดได้โดยการใช้ผงซักฟอก
- ก. ผ้าที่เปื้อนน้ำแกงส้ม
 - ข. ผ้าที่เปื้อนน้ำมันพืช
 - ค. ผ้าที่เปื้อนคราบเหลืองโคล
 - ง. ผ้าที่มีรอยเปื้อนคราบเลือด
 - จ. ผ้าที่เปื้อนหมยฝรั่งที่เคี้ยวแล้ว
45. ข้อควรพิจารณาในการเลือกสารต่าง ๆ มาใช้ภายในบ้านเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ควรใช้หลักการใด
- ก. ดูบริษัทผู้ผลิต
 - ข. ราคาของสารชนิดนั้น
 - ค. ปริมาณการใช้สารชนิดนั้น
 - ง. คุณภาพของสารที่จะซื้อ
 - จ. ผลกระทบต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม
46. เกี่ยวกับการใช้ยาฆ่าแมลง วิธีการใดที่จะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษลงได้
- ก. ปลุกพืชหมุนเวียนในแต่ละช่วงเวลา
 - ข. ใช้สิ่งมีชีวิตควบคุมศัตรูพืชและสัตว์
 - ค. เลือกพันธุ์พืชที่ทนต่อโรคและแมลง
 - ง. ก. และ ค. ถูก
 - จ. ทั้ง ก. ข. และ ค.
47. ถ้าในบ้านมีหลอดฮาโลเจน น้ำมันใส่ผม เครื่องสำอาง ซึ่งเป็นสารใช้ภายนอกที่มีลักษณะเป็นหลอดเหมือนกัน ควรใช้สารเหล่านี้อย่างไรจึงจะถูกต้องและปลอดภัย
- ก. ศึกษาสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารนั้น ๆ
 - ข. ศึกษาถึงพิษและอันตรายของสารเหล่านั้น
 - ค. ดูเครื่องหมายมาตรฐานรับรองสินค้า
 - ง. ศึกษาวิธีใช้จากคำอธิบาย
 - จ. เชื่อตามคำโฆษณา
48. ปัจจุบันสตรีบางท่านนิยมใช้สเปรย์ฉีดผมเพื่อตกแต่งทรงผม นักเรียนคิดว่าสมควรหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ก. สมควร เพราะทำให้ทรงผมอยู่ทนนาน
 - ข. สมควร เพราะมีส่วนทำให้เส้นผมสวยงาม
 - ค. ไม่สมควร เพราะมีราคาแพง
 - ง. ไม่สมควร เพราะอาจเกิดอันตรายต่อสุขภาพ
 - จ. ไม่สมควร เพราะเป็นสารที่เก็บรักษายากและระเหยเร็ว

49. สารเนื้อเดียว จะต้องประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียวเท่านั้น คำกล่าวนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ก. ไม่ถูกต้อง เพราะสารเนื้อเดียวเป็นสารที่มีคุณสมบัติเหมือนกันทุก ๆ ส่วนอาจมีสารชนิดเดียวหรือมากกว่าก็ได้
 - ข. ไม่ถูกต้อง เพราะสารเนื้อเดียวสามารถแยกสลายให้เป็นสารอื่น ๆ ได้อีกหลายชนิด
 - ค. ถูกต้อง เพราะสารเนื้อเดียวต้องมีสมบัติเหมือนกันทุก ๆ ส่วน
 - ง. ถูกต้อง เพราะสารเนื้อเดียวต้องประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียว
 - จ. ข้อ ค. และ ง. ถูก
50. การจำแนกสารรอบตัวต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ สมควรหรือไม่เพราะเหตุใด
- ก. สมควร เพราะสารมีสถานะแตกต่างกัน
 - ข. สมควร เพราะสารมีสมบัติแตกต่างกันมากมาย
 - ค. สมควร เพราะสะดวกต่อการศึกษา และการนำไปใช้ประโยชน์
 - ง. ไม่สมควร เพราะสารมีสมบัติคล้ายคลึงกัน และปฏิกิริยาแตกต่างกัน
 - จ. ไม่สมควร เพราะสารต่าง ๆ มีปริมาณมากมายไม่สามารถจัดหมวดหมู่ได้

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จำนวน 40

เวลา 50 นาที

คำชี้แจง

1. ข้อสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก
2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระตามคำตอบ
3. แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 8 ทักษะ 8 ตอน
4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมาย หรือเขียนอักษรใด ลงในแบบทดสอบ
5. ถ้ามีข้อสงสัยใด ๆ ให้ถามกรรมการคุมสอบ

ตอนที่ 1

ทักษะการจำแนกประเภท

1. ในการจำแนกสารตามลักษณะเนื้อสาร นักเรียนคิดว่าสารในข้อใดจัดเป็นสารเนื้อผสมทั้งหมด

ก. น้ำหวาน น้ำส้มสายชู น้ำอัดลม	ข. น้ำพริก ดิน ส้มตำ
ค. เมล็ดข้าวสุก แป้งมัน น้ำตาลทราย	ง. เกลือแกง ถ่าน น้ำเกลือ
จ. น้ำปลา ลอตชองน้ำกระทิ ถ่าน	
2. เหตุผลที่ต้องจำแนกสารต่าง ๆ รอบตัวเราออกเป็นหมวดหมู่ เพราะ

ก. สารมีสถานะแตกต่างกัน	ข. สารมีสมบัติแตกต่างกันมากมาย
ค. สารมีสมบัติคล้ายคลึงกัน และมีปฏิกิริยาแตกต่างกัน	
ง. สะดวกต่อการศึกษา และการนำไปใช้ประโยชน์	
จ. ต้องการดูว่าในโลกจะมีสารกี่ชนิด	

5. คำอธิบาย สมการข้างล่างได้ดีที่สุด

สังกะสี + กรดซัลฟิวริก ————— ซิงค์ซัลเฟต + ก๊าซไฮโดรเจน

ก. สังกะสีและกรดซัลฟิวริกกับความร้อนกลายเป็น ซิงค์ซัลเฟต, ก๊าซไฮโดรเจน

ข. สังกะสีกับกรดซัลฟิวริกเผา แยกตัวเป็น ซิงค์ซัลเฟต, ก๊าซไฮโดรเจน

ค. สังกะสีรวมกับกรดซัลฟิวริก โดยใช้ความร้อนเป็นตัวช่วยได้ซิงค์ซัลเฟตรวมกับ ก๊าซไฮโดรเจน

ง. สังกะสีทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกผลที่ได้คือ ซิงค์ซัลเฟต, ก๊าซไฮโดรเจน

จ. สังกะสีและกรดซัลฟิวริกเกิดจาก ซิงค์ซัลเฟตรวมกับก๊าซไฮโดรเจน

6. จากการสังเกตลักษณะเนื้อสารชนิดต่าง ๆ ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 นักเรียนควรใช้รูปแบบการบันทึกผลการทดลองอย่างไรจึงจะเหมาะสม

ก.

ชนิดของสาร	1	2	3
สถานะ			
ผลการสังเกต			

ข. (1) ชนิดของสาร 1

2

3

(2) สถานะของสาร 1

2

3

(3) ผลการสังเกตของสาร 1

2

3

ค.

ชนิดสาร	สิ่งที่สังเกต
1	
2	
3	

ง.

สาร 1 สังเกต 1

สาร 2 สังเกต 2

สาร 3 สังเกต 3

จ.

ชนิดสาร	ผลการสังเกต	
	สถานะ	อื่นๆ
1		
2		
3		

7. ตารางบันทึกผลการทดลองได้สมบูรณ์และสอดคล้องกับคำอธิบายการทดลองต่อไปนี้

1. _____ เติมน้ำลงในหลอดทดลอง 2 หลอด
2. _____ ใช้แท่งแก้วจุ่มในกรดน้ำส้ม แล้วมาแตะกับกระดาษลิตมัสสีแดง และสีน้ำเงิน
บันทึกผล
3. _____ เติมน้ำส้มในกรดน้ำส้ม 1 หลอด สังเกตและบันทึกผล
4. _____ เติมน้ำส้มในกรดน้ำส้ม หลอดที่ 2 สังเกตและบันทึกผล
5. _____ ทดลองซ้ำ 1-4 โดยใช้กรดเกลือและกรดกำมะถันแทน กรดน้ำส้ม

ก.

สาร	ผลการทดลอง			
	ทดสอบกับสังกะสี	ทดสอบกับหินปูน	สีแดง	สีน้ำเงิน

ข.

สาร	ผลการทดลอง	
	ทดสอบกับสังกะสี	ทดสอบกับหินปูน

ค.

สาร	ผลการทดลอง	
	ทดสอบกับ	ทดสอบกับ

ง.

สาร	ผลการทดลอง			
	ทดสอบกับกระดาษลิตมัส		ทดสอบกับสังกะสี	ทดสอบกับหินปูน
	สีแดง	สีน้ำเงิน		

จ.

สาร	ผลการทดลอง			
	ทดสอบกับ สังกะสี	ทดสอบกับ หินปูน	ทดสอบกับกระดาษลิตมัส	
			สีแดง	สีน้ำเงิน

ตอนที่ 3

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

8. ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดในการนำเสนอผลการทดลองเพื่อให้ผู้อื่นทราบคือ
- ก. ความชัดเจน ข. ความสะดวก ค. ความรวดเร็ว
- ง. ความรัดกุม จ. ความเข้าใจที่ชัดเจน
9. นักเรียนคนหนึ่งตั้งสมมติฐานว่า "สารต่าง ๆ มีความสามารถในการละลายในน้ำได้ดีกว่าในแอลกอฮอล์" แล้วเขาได้ดำเนินการทดลองโดยนำเอาน้ำและแอลกอฮอล์อย่างละเท่า ๆ กัน ใส่ในหลอดทดลองอย่างละหลอด นำน้ำตาลทรายอย่างละเอียดย่อยอย่างละเท่า ๆ กัน ใส่ในหลอดทดลองทั้งสองแล้วเขย่า ผลปรากฏว่าในหลอดที่ใส่น้ำตาลทรายละลายหมด ส่วนในหลอดที่ใส่อัลกอฮอล์น้ำตาลไม่ละลาย จากผลการทดลองนี้ พอลจะสรุปได้หรือยังว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นถูกต้อง
- ก. ได้แล้ว เพราะหลอดใส่น้ำละลายหมดส่วนอีกหลอดไม่ละลาย
- ข. ได้แล้ว เพราะผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐาน
- ค. ยัง เพราะไม่ได้ควบคุมให้ขนาดหลอดเท่ากัน
- ง. ยัง เพราะสารที่ใช้น้ำตาลทรายเพียงอย่างเดียว
- จ. ยัง เพราะไม่ได้กำหนดปริมาณ น้ำ แอลกอฮอล์ และน้ำตาลทราย

10. วิธีตรวจสอบวิธีใดจึงจะง่ายและถูกต้องที่สุดในการทดสอบการคาดคะเนว่าของเหลวใสเป็นสารบริสุทธิ์

ก. การกลั่น

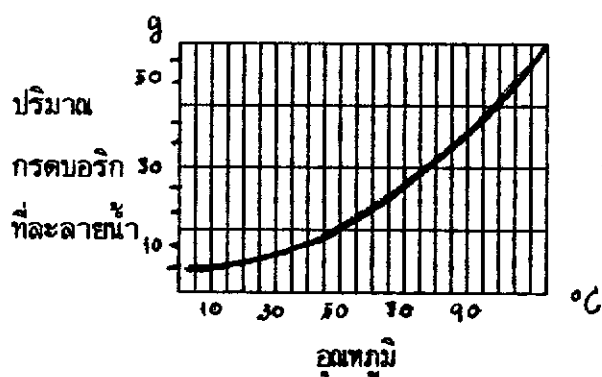
ข. การกรอง

ค. การวัดอุณหภูมิ

ง. การระเหย

จ. การหาจุดเยือกแข็ง

11.



จากภาพที่นักเรียนเห็นทางซ้ายมือ

นักเรียนจะเขียนอธิบายได้อย่างไร

- ก. อุณหภูมิของน้ำยิ่งสูงขึ้น สารต่าง ๆ ก็ยิ่งละลายน้ำได้มากขึ้น
- ข. อุณหภูมิของน้ำยิ่งต่ำลง สารต่าง ๆ ก็ยิ่งละลายน้ำได้มากขึ้น
- ค. อุณหภูมิของน้ำยิ่งสูงขึ้น การตบอริกก็ยิ่งละลายน้ำได้น้อยลง
- ง. อุณหภูมิของน้ำยิ่งสูงขึ้น การตบอริกก็ยิ่งละลายน้ำได้มากขึ้น
- จ. ไม่สามารถบอกได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

ตอนที่ 4

ทักษะการตั้งสมมติฐาน

12. ประชากรบริเวณชุมชนคลองเตย มีอาการปวดศีรษะอย่างรุนแรง ชูบผอม เมื่อวินิจฉัยเบื้องต้น มีกาแบคทีเรียที่นำไปทั้งอยู่จำนวนมาก อาจตั้งสมมติฐานได้ว่า อาการดังกล่าวเกิดจากสารพิษชนิดใด

ก. กำมะถัน

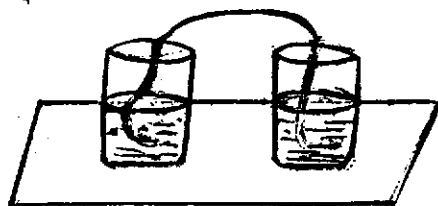
ข. ปรอท

ค. แคดเมียม

ง. ดีบุก

จ. ตะกั่ว

13. นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุอะไรที่สำคัญหรือตัวแปรอะไรที่สำคัญที่มีผลทำให้เกิดปรากฏการณ์ตามรูปนี้



- ก. ความร้อนและสารละลาย ข. สารละลายเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
 ค. สารละลายเมื่ออุณหภูมิต่ำลง ง. สารละลายเมื่ออิมิตวทันที่
 จ. การแยกตัวของสารละลายอิมิตวเมื่ออุณหภูมิต่ำลง
14. จากข้อ 13 ตัวแปรที่มีผลต่อสาเหตุดังกล่าว คือ
 ก. ลักษณะของสารละลาย ข. ความสามารถในการละลายของสารละลาย
 ค. อุณหภูมิ ง. ชนิดของสารละลาย จ. ถูกทุกข้อ
15. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับประโยชน์การตั้งสมมติฐานการทดลอง
 ก. เพื่อผลการทดลองจะได้ถูกต้อง ข. ผู้ทดลองได้ทราบทิศทางการทดลอง
 ค. เป็นแนวทางการออกแบบการทดลอง ง. เพื่อพิสูจน์สมมติฐานการทดลอง
 จ. เพื่อคาดคะเนคำตอบไว้
16. จากภาพ หลอดที่ 1 หลอดที่ 2



น้ำ + น้ำตาล



แอลกอฮอล์ + น้ำตาล

เขย่าหลอดทั้งสองปรากฏว่า หลอดที่ 1 น้ำตาลละลายหมด หลอดที่ 2 น้ำตาลไม่ละลาย

นักเรียนจะคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าอย่างไร

- ก. น้ำตาลไม่สามารถละลายในแอลกอฮอล์ได้
 ข. สารต่าง ๆ ไม่สามารถละลายในแอลกอฮอล์ได้
 ค. สารต่าง ๆ มีความสามารถละลายในน้ำได้ดีกว่าในแอลกอฮอล์
 ง. น้ำตาลมีความสามารถในการละลายได้เฉพาะในน้ำเท่านั้น
 จ. น้ำตาลมีความสามารถในการละลายน้ำ

ตอนที่ 5

ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ

17. การจำแนกสารตามลักษณะเนื้อสาร ถ้าใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จะจำแนกสารได้เป็น 2 ประเภท คือ สารเนื้อเดียว และสารเนื้อผสม จากการทดลองนี้ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับคำว่า "สารเนื้อเดียว"
- สารที่มีสมบัติแต่ละส่วนของเนื้อสารไม่เหมือนกัน
 - มีองค์ประกอบทุก ๆ ส่วนเห็นได้ชัดเจน
 - เป็นสารบริสุทธิ์เท่านั้น
 - สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันโดยตลอดทั้งเนื้อสาร
 - สารที่ประกอบไปด้วย สารเพียงอย่างเดียว
18. ข้อใดสรุปความหมายได้ถูกต้องเกี่ยวกับคำกล่าวที่ว่า "สับช่วยขีวาระล้างสิ่งสกปรกจากผิวกายได้"
- สับทำให้สิ่งสกปรกหลุดออกเองโดยตรง
 - สับช่วยให้ไขมันที่ผิวหนังละลายน้ำได้
 - สับมีสารที่ทำให้หนังกำพร้าที่ผิวหนังหลุดออกมา
 - สับทำให้ผิวหนังหดตัว สิ่งสกปรกจึงหลุดร่วงออกมาได้ง่าย
 - ถูกทุกข้อ

ถ้ากำหนดให้

- = ทุกส่วนของเนื้อสารต้องอยู่ในสถานะเดียวกัน
- = ความสามารถในการละลายคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๆ
- = จุดเดือดและจุดหลอมเหลวคงที่
- = ความหนาแน่นคงที่ที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ

19. ข้อใดระบุถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของสารบริสุทธิ์

- เฉพาะข้อ 1 กับ 2
- เฉพาะข้อ 3 กับ 4
- เฉพาะข้อ 1, 2 และ 3
- เฉพาะข้อ 2, 3 และ 4
- ทั้งข้อ 1, 2, 3 และ 4

ริน้ำและแอลกอฮอล์ลงในหลอดทดลองขนาดกลางอย่างละหลอด หลอดละ 3 ลบ. ซม. ค่อย ๆ เติมโซเดียมคลอไรด์ลงในหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด ๆ ละ 1 ช้อนเบียร์ 1 แล้วเขย่า เมื่อโซเดียมคลอไรด์ละลายหมดให้เติมลงไปอีกทีละช้อนจนไม่ละลายอีกต่อไป นับจำนวนช้อน จากการทดลองดังกล่าว เมื่อตั้งสมมติฐานการทดลองว่า "สารชนิดเดียวกันจะละลายในตัวทำละลายแต่ละชนิดได้ต่างกัน"

20. คำว่า ตัวทำละลาย หมายความว่าข้อใด

- ก. สารที่มีปริมาณน้อยกว่า ถ้าตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีสถานะเป็นของเหลว
- ข. สารที่มีปริมาณมากกว่า ถ้าตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีสถานะเป็นของเหลว
- ค. สารที่มีปริมาณพอเหมาะระหว่างตัวทำละลายและตัวถูกละลาย
- ง. สารที่มีสถานะเป็นของเหลว
- จ. สารที่มีสถานะเป็นของแข็ง

21. ในการทดลองเพื่อศึกษา "การละลายของสารละลายอัมมัวที่อุณหภูมิสูงขึ้น เย็นลงทำให้เกิดปรากฏการณ์การตกผลึก" คำว่า การตกผลึก หมายความว่าข้อใด

- ก. การที่ของแข็งแยกออกมาเป็นรูปทรงเรขาคณิต มีเหลี่ยมมุม
- ข. การที่สารละลายอัมมัวสามารถละลายได้เต็มที่จนไม่สามารถละลายได้ต่อไป
- ค. การที่สารละลายอัมมัว ไม่สามารถละลายได้อีกต่อไป
- ง. การที่ของแข็งที่เป็นตัวถูกละลายแยกตัวออกจากสารละลายอัมมัว
- จ. การที่สารละลายมีตัวทำละลาย ละลายได้เพิ่มขึ้น

22. จากการทดลองการละลายของสารต่าง ๆ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และปล่อยให้สารละลายอัมมัว เย็นลงได้ผลตามการทดลองดังนี้

ตัวถูกละลาย	การเปลี่ยนแปลง	
	เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น	เมื่อปล่อยให้สารละลายอิ่มตัวเย็นลง
จุลินทรีย์	ละลายได้มากขึ้น	มีของแข็งสีขาว มีเหลี่ยมมุมรูปทรงเรขาคณิตอยู่ที่ก้นภาชนะ
เกลือแกง	ละลายได้มากขึ้น	มีของแข็งสีขาว เป็นเกล็ด อยู่ที่ก้นภาชนะ
สารส้ม	ละลายได้มากขึ้น	มีของแข็งใส ไม่มีสี มีเหลี่ยมมุมรูปทรงเรขาคณิตอยู่ที่ก้นภาชนะ

ข้อใดอธิบายถึง การละลายได้มากขึ้น ได้ถูกต้องที่สุด

- ก. การละลายของสารละลายเมื่อตัวถูกละลายละลายได้เพิ่มขึ้น
- ข. การละลายของสารละลายเมื่อตัวทำละลายละลายได้เพิ่มขึ้น
- ค. เมื่อสารละลายอิ่มตัวมีอุณหภูมิสูงขึ้น ตัวถูกละลายจะละลายได้เพิ่มขึ้น
- ง. เมื่อสารละลายอิ่มตัวมีอุณหภูมิสูงขึ้น ตัวทำละลายจะละลายได้เพิ่มขึ้น
- จ. การละลายของสาร ได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวถูกละลายและตัวทำละลาย

ตอนที่ 6

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

คำชี้แจง จากข้อมูลข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 23-24

จากการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่า เมื่อเติมน้ำสบู่ และน้ำผงซักฟอกลงไปในน้ำมันพืช ทำให้น้ำมันพืชที่ไม่ละลายน้ำ ละลายได้หรือไม่ และได้ทำการทดลองดังนี้

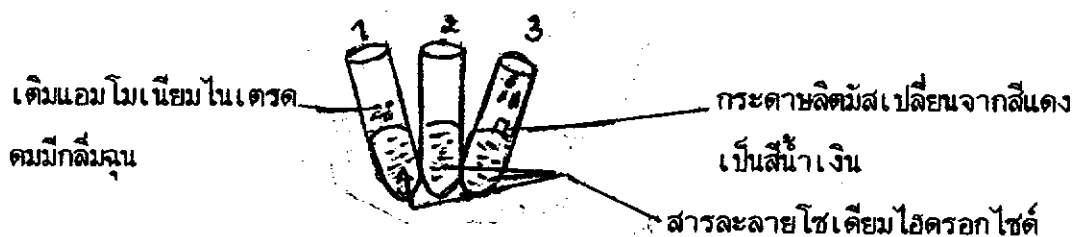
1. ใส่น้ำกลั่น 3 ลบ.ซม. ลงในหลอดขนาดกลาง 3 หลอด
2. เติมน้ำมันพืช 3 หลอด ในหลอดทั้ง 3 สังเกตผลการเปลี่ยนแปลง
3. เขย่าหลอดทดลอง หลอดที่ 1 นาน 20 วินาที ตั้งทิ้งไว้
4. เติมน้ำสบู่ และน้ำผงซักฟอก อย่างละ 1 ลบ.ซม. ลงในหลอดที่ 2, 3 เขย่า 20 นาที
สังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผล

23. ข้อใดคือผลที่ต้องสังเกต

- ก. ปริมาณฟองที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองแต่ละหลอด
- ข. การละลายของน้ำมันพืชในหลอดทดลองแต่ละหลอด
- ค. จำนวนหยดของน้ำมันพืชแต่ละครั้ง
- ง. ความหนาแน่นของน้ำมันพืชในหลอดทดลองแต่ละหลอด
- จ. สีของสารทดลองในแต่ละหลอดที่เปลี่ยนไป

24. ข้อใดคือสิ่งที่ต้องจัดให้เท่า ๆ กัน

- ก. เวลาที่ใช้เขย่าทั้ง 3 หลอด
- ข. ปริมาณฟองที่จะเกิดจากการทดลอง
- ค. ปริมาตรน้ำกลั่น และสารแต่ละชนิดที่เติม
- ง. ขนาดของหลอดทดลอง
- จ. ชนิดของสาร ปริมาตรของน้ำกลั่น และขนาดของหลอดทดลอง



หลอดที่ 1 เติมน้ำกลั่นลงไป ตมมีกลิ่นฉุน

หลอดที่ 2 เติมน้ำมันหอยละลายน้ำมันพืชใส่มือ

หลอดที่ 3 เติมน้ำสบู่และน้ำผงซักฟอกลงไป ได้ฟองก๊าซและอิมัลชัน

25. สิ่งใดที่ต้องจัดให้เท่ากัน

- ก. ชนิดของสารที่นำมาทดสอบ
- ข. ปริมาณของเบส
- ค. ขนาดของกระดาษลิตมัส
- ง. ปริมาณแอมโมเนียมไนเตรด
- จ. จำนวนชั้นของเศษโลหะ

26. ถ้าต้องการเปรียบเทียบความสามารถในการละลายของสาร 2 ชนิด จะทำการทดสอบอย่างไร

- ก. เติมสารทั้ง 2 ชนิด ลงในหลอดเดียวกันที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายแล้วเขย่าเบา ๆ
- ข. เติมสารแต่ละชนิดลงในหลอดทดลองที่มีตัวทำละลายต่างกัน
- ค. เติมสารแต่ละชนิดลงในหลอดทดลองที่มีตัวทำละลายเหมือนกัน
- ง. เติมสารแต่ละชนิดลงในหลอดทดลองเดียวกันที่มีตัวทำละลายเหมือนกัน
- จ. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

คำชี้แจง จากข้อความต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 27-28

ครูวางกระป๋องพลาสติก 2 ใบ ใบหนึ่งใส่น้ำค่อนข้างเต็ม อีกใบหนึ่งว่างเปล่า ครูถือสายพลาสติกใส เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ไว้ในมือ ถ้าครูถายน้ำจากกระป๋องที่มีน้ำอยู่ เกือบเต็มไปยังกระป๋องเปล่าด้วยสายยางนี้

27. ระยะเวลาที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำ จัดเป็นตัวแทนประเภทใด

- ก. ตัวแปรต้น ข. ตัวแปรตาม ค. ตัวแปรควบคุม
ง. ตัวแปรส่งเสริม จ. ตัวแปรประกอบ

28. ตัวแปรที่ควบคุม ได้แก่

- ก. เวลาที่ใช้ในการถ่ายเท
ข. ขนาดของท่อพลาสติก
ค. ปริมาณน้ำที่ใช้ถ่ายเท
ง. สมรรถภาพของครู
จ. ถักทอข้อ

ตอนที่ 7

ทักษะการทดลอง

29. ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการละลายของสาร x และสาร y ในน้ำ นักเรียนจะมีวิธีการทดลองอย่างไร
- ใส่น้ำในหลอดทดลอง 2 หลอด จำนวนเท่า ๆ กัน เติมสาร x, y ลงในหลอดทั้งสอง แล้วเขย่า
 - ใส่น้ำในหลอดทดลอง 2 หลอด จำนวนเท่า ๆ กัน เติมสาร x, y ลงในหลอดทดลองทั้งสองแล้วเขย่าเป็นเวลา 3 นาที
 - ใส่น้ำในหลอดทดลอง 2 หลอด จำนวนเท่า ๆ กัน เติมสาร x, y ลงในหลอดทั้งสอง หลอด ๆ ละ 2 ซีออนเบอร์ 1 แล้วเขย่าเป็นเวลา 3 นาที
 - ใส่น้ำในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด ๆ ละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสาร x ในหลอดที่ 1 และสาร y ในหลอดที่ 2 อย่างละ 2 ซีออนเบอร์ 1 เขย่าหลอดทั้งสอง 3 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง
 - ถูกทุกข้อ
30. การทดลองเพื่อหาปริมาณการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ ณ อุณหภูมิห้อง ควรเลือกใช้ อุณหภูมิในข้อใดจึงเหมาะสม
- หลอดทดลอง, สารต่าง ๆ, น้ำ
 - หลอดทดลอง, สารต่าง ๆ, น้ำ, ตะเกียงแอลกอฮอล์
 - ปิกเกอร์, สารต่าง ๆ, กรวย, ท่อน้ำก๊าซ
 - ปิกเกอร์, สารต่าง ๆ, กรวย, ท่อน้ำก๊าซ, ตะเกียงแอลกอฮอล์
 - ปิกเกอร์, สารต่าง ๆ, ขาดตั้งอุปกรณ์, ตะเกียงแอลกอฮอล์
- จากการทดลองเรื่อง "แอมโมเนียและผงซักฟอก ทำความสะอาดได้อย่างไร" มีขั้นตอนการทดลองดังนี้
- นำน้ำมันพืช ใส่หลอดทดลอง 2 หลอด ๆ ละ 3 หยด
 - เติมแอมโมเนียและผงซักฟอกลงในหลอดทั้ง 2 อย่างละเท่า ๆ กัน
 - เขย่าหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด ๆ ละ 20 นาที ตั้งทิ้งไว้

31. การทดลองดังกล่าวต้องบันทึกผลการทดลองตอนใดบ้าง
- ขณะที่กำลังเติมสารทั้ง 2 ชนิดลงในหลอดทดลอง
 - หลังจากที่เขย่าหลอดทั้งหมดเมื่อตั้งทิ้งไว้แล้ว
 - นำน้ำมันพืชใส่ในหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด
 - บันทึกผลทุกขั้นตอนที่กล่าวมา
 - ไม่มีข้อใดถูกต้อง
32. จะเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในข้อใด เพื่อทดสอบสมมติฐาน "กรดที่ได้จากพืชและกรดที่ได้จากแร่ธาตุมีสมบัติแตกต่างกัน"
- สารละลายน้ำส้ม, น้ำมะขาม, กระดาษลิตมัส, แผ่นสังกะสี, แผ่นหินปูน
 - สารละลายโซเดียมคลอไรด์, สารละลายน้ำส้ม, กระดาษลิตมัส
 - สารละลายกรดแอซิติก และซัลฟูริก, กระดาษลิตมัส
 - สารละลายกรดชนิดต่าง ๆ, กระดาษลิตมัส แผ่นโลหะสังกะสี, และหินปูน
 - สารละลายน้ำส้ม, น้ำมะขาม, กระดาษลิตมัส, แผ่นโลหะบางชนิด

ตอนที่ 8

ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

คำชี้แจง จากข้อมูลนี้ใช้ตอบคำถาม 33-34

สาร	ปริมาณของสารมากที่สุดที่ละลายได้ (จำนวนชิ้นต่อตัวทำละลาย 35 ซม ³)	
	น้ำ	แอลกอฮอล์
เชลล์เล็ก	-	3
สีผสมอาหาร	5	-
เกลือแกง	3	-

33. จากตารางข้อมูลข้างต้น เป็นการทดลองเกี่ยวกับเรื่องใด

- ก. องค์ประกอบของสารละลาย ข. ปริมาณของสารในตัวถูกละลาย
 ค. ปริมาณของสารในตัวทำละลาย ง. การละลายของสารในตัวทำละลายต่างกัน
 จ. การละลายของสารในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน

34. สารชนิดใดละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ได้มากที่สุด

- ก. สีผสมอาหาร ข. เกลือแกง ค. เชลล์เล็ก
 ง. เกลือแกงและเชลล์เล็ก จ. เกลือแกงและสีผสมอาหาร

35. ถ้าสังกะสีและหินปูนถูกกรดนาน ๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. ทำให้โลหะผุกร่อน และเกิดฟองก๊าซ ข. ทำให้สังกะสีผุกร่อน แต่หินปูนแวววาวขึ้น
 ค. ทำให้สังกะสีและหินปูนละลายหายไป ค. ทำให้สังกะสีมีวเงา และหินปูนแวววาวขึ้น
 จ. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น

คำชี้แจง จากข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 36

การทดลองหยดสารละลายเจนเซียนไวโตนลงบนสารที่เป็นกรดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน
ชนิดต่าง ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงดังตาราง

สาร	การเปลี่ยนแปลงเพื่อเติมสารละลายเจนเซียนไวโตน
น้ำมะนาว	ไม่เปลี่ยนแปลง
น้ำมะกรูด	ไม่เปลี่ยนแปลง
น้ำมะขาม	ไม่เปลี่ยนแปลง
กรดกำมะถัน	เปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียว
กรดเกลือ	เปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียวอมน้ำเงิน

36. จากตารางผลการทดลอง อาจจำแนกสารที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

- ก. สารที่เป็นกรดและเบส
- ข. สารที่ทำปฏิกิริยากับกรด และสารที่ทำปฏิกิริยากับเบส
- ค. สารที่ไม่เปลี่ยนสี และสารที่เปลี่ยนสีของเจนเซียนไวโตน
- ง. สารที่ใช้ในครัวเรือนกับสารที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
- จ. สารที่ทำปฏิกิริยากับสารที่ไม่ทำปฏิกิริยา

37. จากตารางข้างล่างนี้ นักเรียนสรุปผลจากการทดลอง ได้อย่างไร

สิ่งที่สังเกต	ผลการสังเกต
1. ลักษณะเนื้อสารหมายเลข 1	บางส่วนเป็นผงสีดำ บางส่วนเป็นผงสีขาว หยาบบ้าง ละเอียบบ้าง
2. สารหมายเลข 1 ผสมในน้ำ	ของเหลวขุ่น มีสารสีดำลอยอยู่ที่ผิวหน้า
3. สิ่งที่ติดบนกระดาษกรอง	สารสีดำ

ก. การแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิด ทำได้โดยอาศัยสมบัติการเปลี่ยนสถานะ

ข. การแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิด ทำได้โดยอาศัยสมบัติของการระเหิด

ค. การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสมที่ไม่ละลายน้ำ ทำได้โดยการกรอง

ง. การแยกองค์ประกอบของสารที่ละลายน้ำได้ ทำได้โดยการระเหยจนแห้ง

จ. การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสม ซึ่งมีองค์ประกอบที่ถูกแม่เหล็กดูดได้

38. จากผลการทดลองข้างล่างนี้ นักเรียนสรุปผลการทดลอง ได้อย่างไร

การทดลอง	ผลการทดลอง เมื่อเขย่าสารแล้ว
1. เกิดน้ำส่วลงในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
2. เติมสารละลายผงซักฟอกในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
3. เติมสารละลายย้อมผ้าในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่

- ก. น้ำมันพืชไม่ละลายน้ำ
 ข. น้ำมันพืช เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วจะได้สารละลายขุ่นขาว
 ค. สบู่ ผงซักฟอก และแอมโมเนีย มีสมบัติแยกน้ำมันออกจากน้ำเป็นชั้นเห็นได้ชัดเจน
 ง. สบู่ ผงซักฟอก และแอมโมเนีย มีสมบัติทำให้น้ำมันละลายได้ในน้ำ
 จ. น้ำมันพืชทำให้น้ำสบู่ สารละลายผงซักฟอก สารละลายแอมโมเนีย เกิดการแตกตัว

คำชี้แจง จากข้อมูลในตารางข้างล่างนี้ ตอบคำถามข้อ 39

การทดลอง นำกรดชนิดต่าง ๆ มาทดสอบกับกระดาษลิตมัส ทดสอบกับสังกะสี และทดสอบกับหินปูน ได้ผลดังตาราง

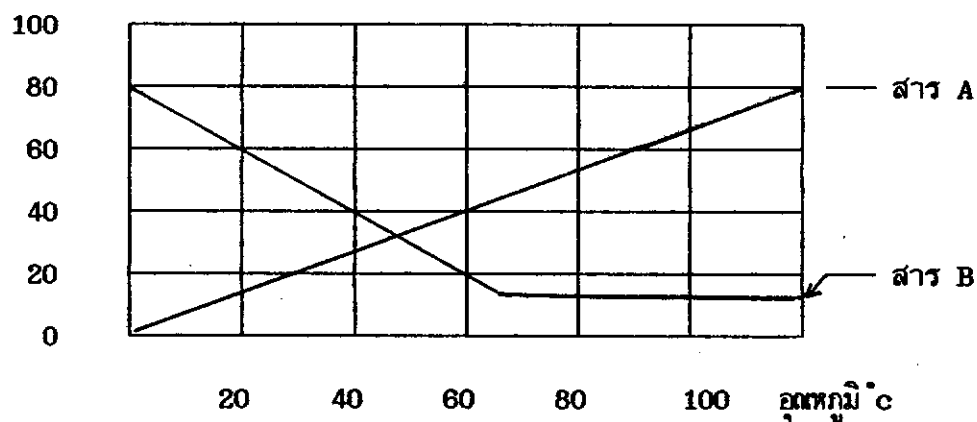
สาร	ผลการทดลอง			
	ทดสอบกับกระดาษลิตมัส		ทดสอบกับสังกะสี ทดสอบกับหินปูน	
	สีแดง	สีน้ำเงิน		
กรดน้ำส้ม	-	เปลี่ยนเป็นสีแดง	มีฟองก๊าซเกิดขึ้นผ่านสังกะสีผงร้อน	มีฟองก๊าซเกิดขึ้น หินปูนหลุดออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ
กรดเกลือ	-	เปลี่ยนเป็นสีแดง	มีฟองก๊าซเกิดขึ้นผ่านสังกะสีผงร้อน	มีฟองก๊าซเกิดขึ้น หินปูนหลุดออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ
กรดกำมะถัน	-	เปลี่ยนเป็นสีแดง	มีฟองก๊าซเกิดขึ้นผ่านสังกะสีผงร้อน	มีฟองก๊าซเกิดขึ้น หินปูนหลุดออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ

39. สิ่งเหมือนกันระหว่างสารทั้ง 3 ชนิดคืออะไร

- ก. การทำปฏิกิริยากับสังกะสี ข. การทำปฏิกิริยากับหินปูน
ค. สามารถกัดกร่อนสารทุกชนิดได้ ง. มีสมบัติเป็นกรด
จ. มีสมบัติเป็นเบส

คำชี้แจง กราฟต่อไปนี้ แสดงความสามารถในการละลายของสาร A และ B ในน้ำใช้ข้อมูลนี้
ประกอบการตอบคำถามข้อ 40

ความสามารถในการละลาย ($\text{g}/100 \text{ cm}^3$)



40. ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส สาร A ละลายน้ำได้กี่กรัม

- ก. 80 กรัม ข. 60 กรัม ค. 50 กรัม
ง. 20 กรัม จ. 10 กรัม

แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบของวัตสัน-เคลเซอร์ Form A. (Watson-Clauser Critical Appraisal Form A.) แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของ วีระ เมืองช้าง และแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของ บุญมาศ สันประเสริฐ มาปรับปรุง มีจำนวน 60 ข้อ โดยครอบคลุมลักษณะต่าง ๆ 5 ด้าน ดังนี้

1. การสรุปความ (Inference) เป็นการลงสรุปข้อมูลต่าง ๆ ที่ปรากฏในข้อความที่คัดไว้ในตอนแรก แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบ 5 ตัวเลือก คือ

- ก. จริง
- ข. น่าจะเป็นจริง
- ค. ข้อมูลยังไม่เพียงพอ
- ง. น่าจะไม่จริง
- จ. ไม่จริง

ตัวอย่างเช่น โปรดอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วนำไปตอบข้อ 1-5

"นักเรียนชั้น ม.2 จำนวน 200 คน อาสาสมัครไปประชุมสุดสัปดาห์ที่จังหวัดอยุธยา หัวข้อในการประชุมครั้งนี้คือ "ความสงบสุขของประชาชนในโลก" ซึ่งปัญหานี้เป็นปัญหาที่นักเรียนได้เลือกขึ้นมาเพราะเห็นว่าเป็นปัญหาที่สำคัญและน่าสนใจในยุคปัจจุบัน

กระดานคำตอบ

1. นักเรียนกลุ่มที่ไปประชุมครั้งนี้มีความสนใจเป็นพิเศษต่อมวลมนุษยหรือสนใจปัญหาสังคมมากกว่านักเรียน ม.2 โดยทั่วไป
2. นักเรียนกลุ่มนี้ส่วนใหญ่อายุ 17-18 ปี
3. นักเรียนกลุ่มนี้มาจากทุกภาคของประเทศ
4. นักเรียนกลุ่มนี้อภิปรายเรื่องความสัมพันธ์ของแรงงาน
5. นักเรียนชั้น ม.2 จำนวนหนึ่งมีความรู้สึกว่าปัญหาเกี่ยวกับความสงบสุขของประชาชนมีคุณค่าในการอภิปราย

ก	ข	ค	ง	จ

2. การตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) เป็นการพิจารณาข้อคำถามว่าเป็นข้อตกลงในข้อความที่จัดให้หรือไม่ แบบทดสอบนี้มี 2 ตัวเลือก

ก. เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ

จ. ไม่ได้เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ

ตัวอย่างเช่น โปรดอ่านสถานการณ์แล้วนำไปตอบคำถามข้อ 1-3

"เราจำเป็นต้องประหยัดเวลาในการเดินทางไปเชียงใหม่ ฉะนั้นจะเป็นการดียิ่งในการเดินทางโดยเครื่องบิน"

กระตามคำตอบ

1. เดินทางโดยเครื่องบินจะใช้เวลาน้อยกว่าการคมนาคมประเภทอื่น
2. บริการทางเครื่องบินสะดวกแก่เราในการเดินทางไปสู่จุดหมายปลายทาง
3. การเดินทางโดยเครื่องบินสะดวกสบายกว่าเดินทางโดยรถไฟ

ก		จ

3. การอนุมาน (Deduction) เป็นการพิจารณาข้อคำถามเพื่อลงสรุปตามหลักการที่จัดให้ แบบทดสอบนี้มี 2 ตัวเลือก คือ

ก. สรุปตามหลักการที่กล่าวไว้ในข้อความ

ข. ไม่ได้สรุปตามหลักการที่กล่าวไว้ในข้อความ

ตัวอย่างเช่น โปรดอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วนำไปตอบคำถามข้อ 1-3

"บางครั้งวันหยุดฝนตก"

"วันที่ฝนตกน่าเบื่อ"

กระดานคำตอบ

ก		จ

ดังนั้น...

1. วันจันทร์แจ่มใสน่าเบื่อ
2. บางครั้งวันหยุดน่าเบื่อ
3. บางครั้งวันหยุดไม่น่าเบื่อ

4. การตีความ (Interpretation) เป็นการพิจารณาข้อคำถามว่าเป็นความจริงตามข้อความหรือไม่ แบบทดสอบนี้มี 2 ตัวเลือก คือ

- ก. จริง
- ข. ไม่จริง

ตัวอย่างเช่น โปรดอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อนำไปตอบคำถามข้อ 1-2

"จากการศึกษาพัฒนาการด้านคำศัพท์ของเด็กวัย 8 เดือน ถึง 6 ปี แสดงให้เห็นว่าจำนวนศัพท์ที่พูดได้จากอายุ 8 เดือน เริ่มต้นที่ศูนย์ จนถึง 2,562 คำ เมื่ออายุ 6 ปี"

กระดานคำตอบ

ก		จ

1. ไม่มีเด็กคนใดในการศึกษารั้งนี้ที่เรียนรู้การพูดเมื่ออายุ 6 เดือน
2. ในระยะที่เด็กหัดเดินมีการพัฒนาคำศัพท์ในระดับต่ำที่สุด

5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็นการประเมินคำตอบของข้อความที่เสนอให้ว่ามีเหตุผลมากน้อยเพียงใด แบบทดสอบนี้มี 2 ตัวเลือก

ก. มีเหตุผลดี

ข. เหตุผลยังไม่เหมาะสม

ตัวอย่างเช่น โปรดอ่านข้อความต่อไปนี้ เพื่อนำไปตอบข้อ 1-3

"ควรให้เด็กวัย 3-5 ขวบ เข้าโรงเรียนอนุบาลได้แล้ว"

กระดานคำตอบ

1. เห็นด้วย เพราะจะช่วยให้เด็กได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็น
การพัฒนาการทางกาย อารมณ์ สังคมด้วย
2. เห็นด้วย เพราะจะได้รับการอบรมดีกว่าอยู่บ้าน
3. ไม่เห็นด้วย เพราะเด็กวัยนี้ยังไม่สามารถรับรู้เรื่องราวต่าง ๆ
ได้

ก		ข

ภาคผนวก ค

แผนการสัณเภาลุ่มทดลอง

แผนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด
อย่างมีวิจารณญาณ

วิชา วิทยาศาสตร์ ว. 101 เรื่อง สารรอบตัว
แผนการสอนที่ 2 หัวข้อ การแยกสารเนื้อผสม

ความคิดรวบยอด

1. การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสม ซึ่งองค์ประกอบหนึ่งมีสมบัติในการถูกแม่เหล็กดูดได้ ทำได้โดยใช้แม่เหล็กดูด
2. การแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิด ทำได้โดยอาศัยสมบัติการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งสารต่างกันจะมีสมบัติต่างกัน
3. ปรากฏการณ์ที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นก๊าซหรือไอ โดยไม่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อน เรียกว่า การระเหิด
4. การแยกสารเนื้อผสมออกเป็นส่วนประกอบย่อยนั้น โดยทั่วไปทำได้โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพขององค์ประกอบ และวิธีการนี้เรียกว่า การแยกสารโดยวิธีทางกายภาพ

จุดประสงค์ของกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า การกรอง การระเหย การระเหิดได้
2. ทดลองการแยกองค์ประกอบในสารเนื้อผสม โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพ
3. สรุปหลักการแยกองค์ประกอบในสารเนื้อผสม โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพได้
4. แสดงความคิดเห็นของตนเองต่อเรื่องราวที่เป็นสถานการณ์ในการ์ตูน ได้อย่างมีเหตุผล
5. ลงข้อสรุปของเรื่องหรือปัญหาจากการ์ตูนสถานการณ์ได้
6. แสดงความคิดเห็นเชิงตรรกศาสตร์ที่เกี่ยวกับเนื้อหาของกิจกรรมในรูปของการนิรนัยได้
7. ประเมินข้อความเป็นของสรุปของกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง และสรุปเหตุผล

8. ระบุตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในการตั้งสถานการณ์ได้
9. ตั้งสมมติฐานการทดลองจากการตั้งสถานการณ์ และนำไปใช้ตั้งสมมติฐานในการทดลองต่อไปได้อย่างถูกต้อง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นระดมสมองและมองเห็นปัญหา
 - 1.1 นักเรียนศึกษาเรื่อง การจำแนกสารรอบตัว จากการตั้งสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์หาปัญหา ข้อสรุปของปัญหา และแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาจากเรื่องราวในการตั้งสถานการณ์
 - 1.2 นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลองจากปัญหาในการตั้งสถานการณ์
 - 1.3 นักเรียนศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากเอกสารที่กำหนดให้ เพื่อให้นักเรียนมองเห็นตัวแปรของปัญหาได้ง่ายขึ้น
2. ขั้นการตั้งสมมติฐาน
 - 2.1 นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลอง การแยกสารเนื้อผสม โดยครูกำหนดสารและอุปกรณ์ต่าง ๆ มาให้
 - 2.2 นักเรียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อหารูปแบบการทดลองหรือขั้นตอนการทดลอง
3. ขั้นปฏิบัติการทดลอง
 - 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการทดลองหัวข้อ การแยกสารเนื้อผสมตามขั้นตอนที่ได้วางไว้ นักเรียนคิดหารูปแบบบันทึกผลการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง
 - 3.2 ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ จากข้อความที่กำหนดให้
 - 3.3 นักเรียนตรวจสอบผลการทดลอง เพื่อยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน
4. ขั้นสรุปผลการเรียนรู้
 - 4.1 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการนำความรู้จากการศึกษาและการทดลองมาสรุปเป็นความรู้ใหม่

4.2 นักเรียนตอบคำถามจากข้อความที่ครูกำหนดให้ เป็นการประเมินผลการเรียนรู้
ของนักเรียน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. การ์ตูนสถานการณ์ เรื่อง สารรอบตัว หัวข้อ การแยกสารเนื้อผสม และเอกสาร
ประกอบบทเรียน
2. สารเคมี และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง การแยกสารเนื้อผสม

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตจากการทำงานภายในกลุ่ม
2. ดูจากการตอบคำถามตามขั้นตอนในกิจกรรม
3. ตรวจจากผลงานที่นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติแล้ว

ภาคผนวก ง

ตัวอย่าง

กิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การตัดสินใจ

เรื่อง สารรอบตัว

หัวข้อ การแยกสารเนื้อผสม

กิจกรรมการสอนครั้งที่ 2 จะแยกสารเนื้อผสมได้อย่างไร

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า การกรอง การระเหย การระเหิดได้
2. ทดลองการแยกองค์ประกอบในสารเนื้อผสม โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพได้
3. สรุปหลักการแยกองค์ประกอบในสารเนื้อผสม โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพได้

จุดประสงค์ของการตัดสินใจ

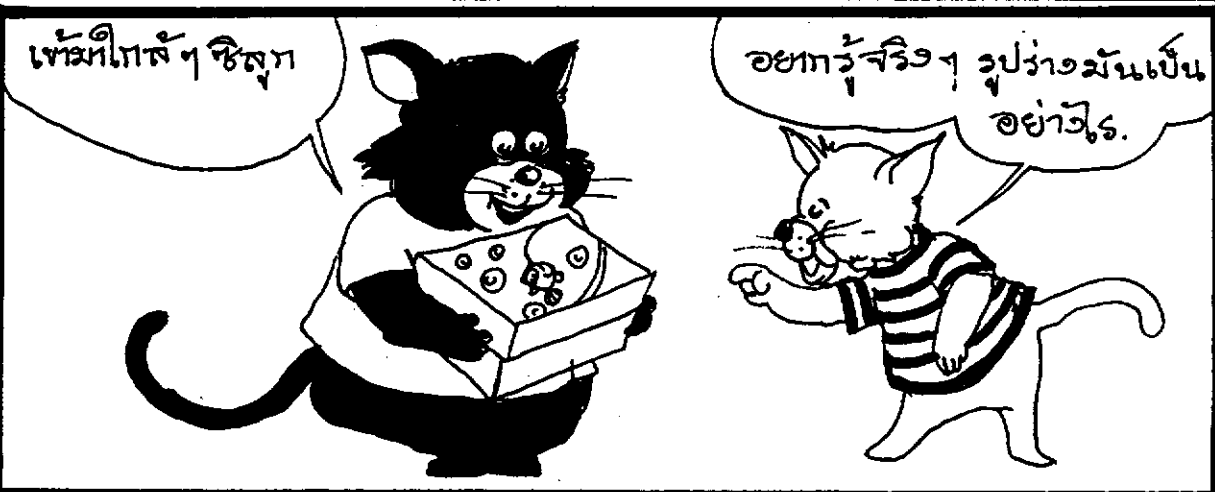
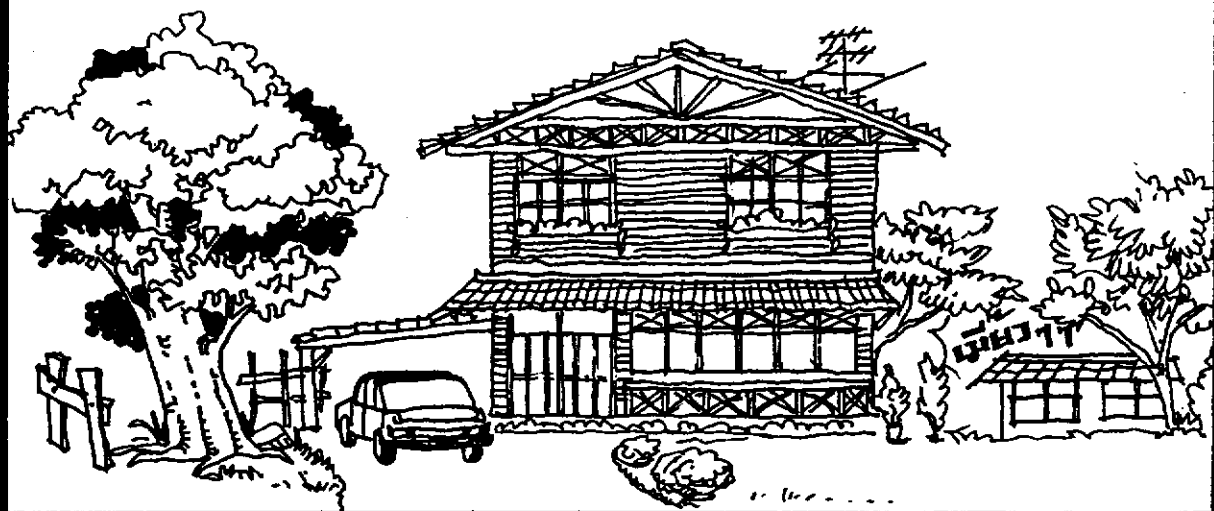
1. เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นของคนต่อเรื่องราวที่เป็นสถานการณ์

ในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

2. เพื่อให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปของปัญหาจากการตัดสินใจได้
3. เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในการตัดสินใจได้
4. เพื่อให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานการทดลองจากการตัดสินใจ และนำไปใช้

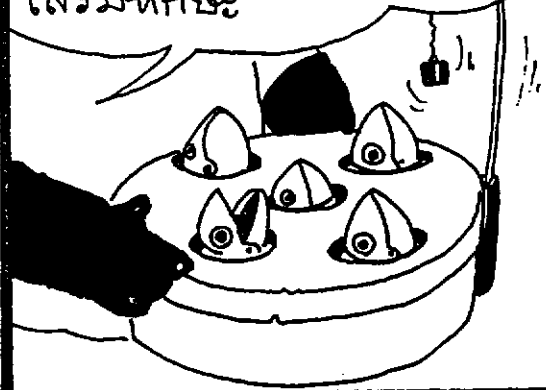
ในการตั้งสมมติฐานในการทดลองต่อไปได้อย่างถูกต้อง

๗๖ บ้านเขาสัตว์ใหญ่แห่งหนึ่ง..



พ่อเปิดกล่องออก

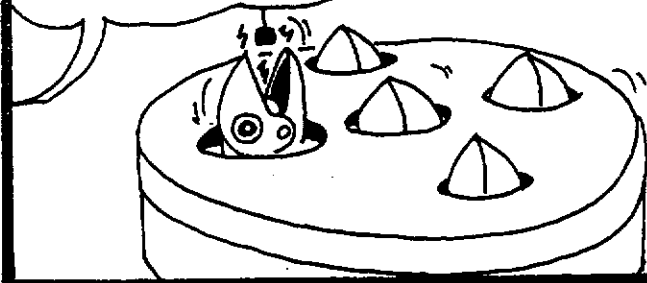
นี่ไอตุก เป็นเกม ตกปลา
เสริมหนักนะ



ช่วยฝึกสาขาก ทรัดัดสิน
ใจให้ฉันไปกับวัตถุหรือกับแมลง



มาพ่อจะเล่นให้ดูก่อน นี่นะพอ
ปลามันโผล่ขึ้นมาข้างกร มันจะตั
ปาก นั่นก็เอาเบ็ดตกปลา แฉ่งเก็บตก
ตามันจึ้นมาเลย



นี่ไอติด
สินมา ละ



แหม!

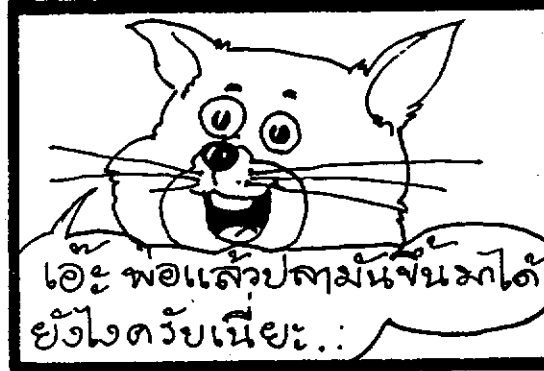
พ่อ...
พอหน
เห็นแล้ว
ชักอยาก
กินจุกตก
ปลา



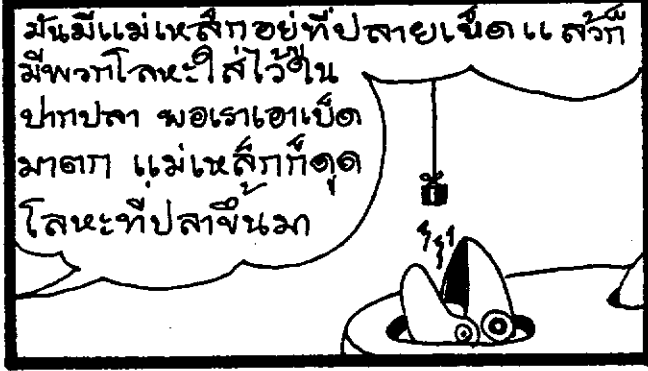
สี่สาก
สองสาม
อุสิตุก



โอ๊ะ พ่อแล้วปลามันจึ้นมาได้
ยิ่งใจดีบ่นเียะ..

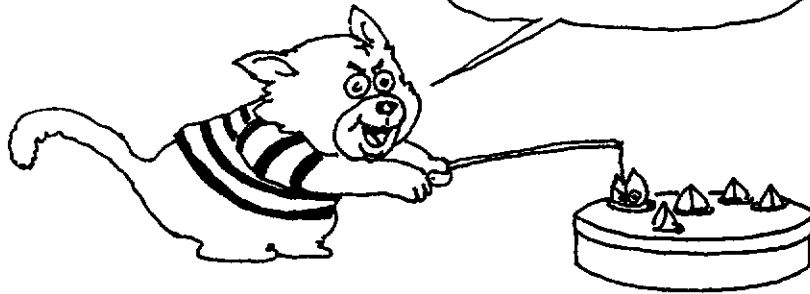


มันมีแม่เหล็กขยักปลาเยื่อ แล้วก็
มีพวกโลหะใส่ไว้ใน
ปากปลา พอเราเอาเบ็ด
มาตก แม่เหล็กก็ดูด
โลหะที่ปลาจึ้นมา



สี่สหายนั่งตากปลา.

ฉันแห้ง ได้แล้ว



สี่สหายตากจนมันได้แห้งเหี่ยวแล้ว...
ปลาเลยกระเด็นไปกระแทกขาของพี่เตง

ฮึบ! จันทมา...



สี่สหายวิ่งหนีไปเก็บ.

โฮ้! แสงน่ากลัว.

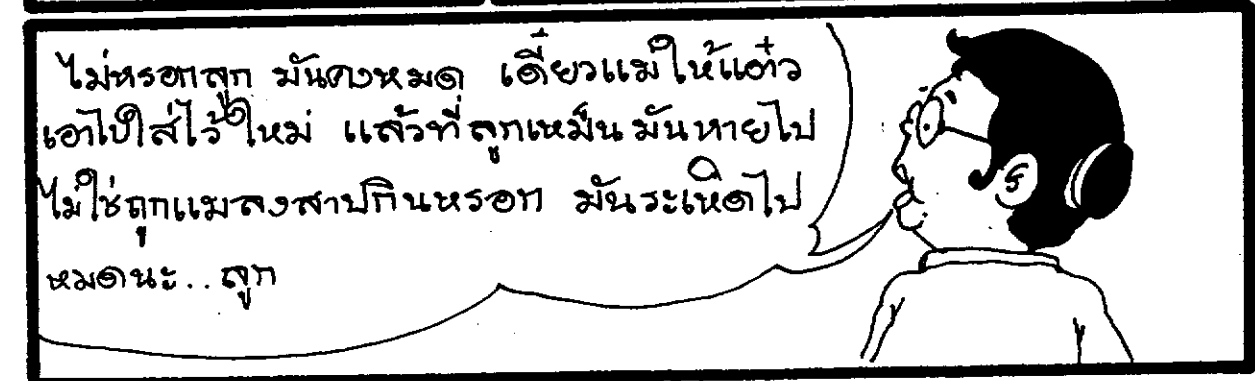


พ่อครับผมมาเก็บปลา
ตากทั่ววันนี้ แห้งแล้วไปนึ่งน่อย.

ไม่เป็นไรหรอกลูกพี่นึ่ง
เล่นนึ่งน่อย พ่อจะเอา
มันไปจี่ให้น้องผมบางชนิด
ติดจันทมา

โฮ้ไน! พ่อ.
มีเศษผงติด
มากด้วย







ที่บ้านของแมว

สวัสดีวันนี้แม่ทำของทานไว้ให้อภัย

สงสัยแมวก้อ
น้ำเชื่อมมีใช้ไหม
ครับ.

ใช่แล้วจะ
แต่ถ้าไม่ช่วยแม่
ทำน้ำเชื่อมนะ

สวัสดีเอาน้ำใส่หม้อแล้วตั้งไฟ
ไว้บนเตา น้ำเดือดแล้วมอก
แม่ครับ.

สวัสดีจึงเอาน้ำใส่หม้อตั้งไฟจนเดือด

แม่ครับ!
น้ำเดือด
แล้ว

แม่เอาน้ำตาลใส่หม้อแล้วคน

น้ำตาล

แม่ครับ! ให้ไม่มีเศษขนมลอยอยู่
ในน้ำเชื่อมครับ
สงสัยผมทำนตาก
อยู่ในน้ำตาล

พวกนี้ไม่ละลาย
ในน้ำเดือดเรา
ต้องกรองออก

แล้วพวกที่มันจะลายในน้ำ
ไปแล้วเราจะเอาคืนได้ในหม่ครับ

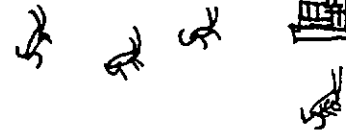
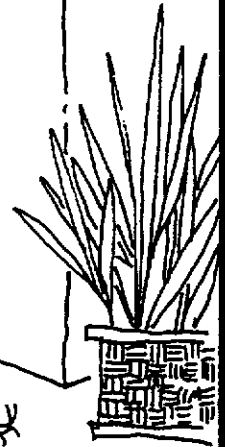
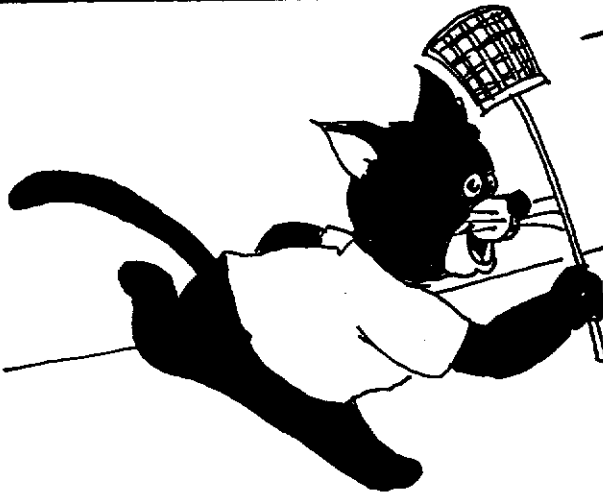


ได้จะ ที่
อย่างนั้นเราต้อง
ต้มจนน้ำระเหย
ไปหมดก็จะเหลือ
แต่น้ำตาล

ดีจังเลยหม่ครับ.



ตอนกลางดึกขณะที่พ่อไล่จับและ
ตีแมลงสาบอยู่

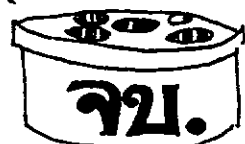


ก็สหาก็เล่นเกมตกปลา โดยเหวี่ยงปลาให้เตห แล้วเอาเบ็ดไปอุดโหล
ออกมา..



เมี้ยว..เมี้ยว..

เล่นอย่างนี้สนุก
กว่าตีแมลงสาบ..



เอกสารประกอบการเรียน ครั้งที่ 2

เรื่อง สารรอบตัว หัวข้อ จะแยกสารเนื้อผสมได้อย่างไร

วันที่.... เดือน..... พ.ศ..... ชื่อ..... ชั้น.....

ข้อแนะนำ ตอบคำถามทีละขั้นตอน ห้ามข้ามขั้นตอนจนจบ1. ตระหนักและเห็นความสำคัญของปัญหา

จากการศึกษาเรื่องที่อ่านจากการตุณสถานการณ์ นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ตามความคิดเห็นของนักเรียน ควรตั้งชื่อเรื่องนี้ว่าอย่างไร

.....

1.2 นักเรียนมีเหตุผลอย่างไรในการตั้งชื่อเรื่องเช่นนี้

.....

.....

1.3 สารหรือใจความสำคัญของเรื่อง คืออะไร

.....

.....

.....

1.4 จากการตุณสถานการณ์ นักเรียนคิดว่าคุณพ่อทดลองเรื่องอะไรให้สืสवादตุ

.....

.....

ข้อสรุปของการทดลองดังกล่าวคือ

.....

.....

.....

ความคิดเห็นของนักเรียนต่อข้อสรุป

☐ แน่ใจว่าถูกต้อง

☐ ไม่แน่ใจว่าถูกต้อง

เหตุผล

.....

.....

1.5 จากปัญหา "จะแยกสารเนื้อผสมที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำได้ด้วยวิธีการอย่างไร"

สิ่งที่เกี่ยวข้องหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าวได้แก่

.....

ตัวแปรต้น คือ

ตัวแปรตาม คือ

ตัวแปรควบคุม คือ

ความหมายของตัวแปรต่าง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุ ที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็สาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ยกตัวอย่าง จากเรื่องที่นักเรียนได้เคยเรียนมาแล้ว คือ ไข่จม - ไข่ลอย

ปัญหา คือ "อะไรทำให้ไข่ไก่ลอยได้"

ตัวแปรต้น คือ เกลือ ปริมาณของเกลือ หรือจำนวนเกลือ

ตัวแปรตาม คือ การลอยตัวของไข่ไก่

ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณน้ำ ภาชนะที่ใส่น้ำเกลือ ขนาดรูปร่างไข่ไก่ ฯลฯ

- 1.6 จากปัญหาตามข้อ 1.5 ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ โดยพิจารณาในส่วนที่เป็นสาเหตุ และส่วนที่เป็นผล

สาเหตุ คือ

ผล คือ

- 1.7 เมื่อนักเรียนนำข้อความที่เป็นสาเหตุและผลนั้นมาเชื่อมกัน และเขียนเรียบเรียงใหม่ ให้อยู่ในรูปของประโยค ถ้า แล้ว
ข้อความนี้จะถูกเรียกว่า สมมติฐานการทดลอง ดังนั้นสมมติฐานการทดลองจากปัญหานี้ คือ
.....
.....

ความรู้เพิ่มเติม (นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้โดยละเอียด)

สารเนื้อผสม เราพิจารณาว่าสารนั้นประกอบด้วยสารใดบ้าง มีวิธีการแยกสารออกจากกันได้ เช่น ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งไม่ละลายในของเหลว ตัวอย่างการกรอง น้ำกะทิออกจากกาก สามารถที่จะแยกส่วนประกอบของสารออกได้โดยวิธีการกรอง ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งละลายในของเหลว ตัวอย่าง การทำนาเกลือ เราสามารถที่จะแยกส่วนประกอบของสารออกได้โดยวิธีการระเหยจนแห้ง

นอกจากนี้การแยกสารเนื้อผสมยังมีวิธีการอื่น ๆ อีก โดยขึ้นอยู่กับสมบัติของสารที่เป็นส่วนประกอบ และเมื่อแยกแล้วสารที่ได้จะมีคุณสมบัติเหมือนเดิม เรียกวิธีการเหล่านี้ว่า การแยกสารโดยวิธีการทางกายภาพ ได้แก่

1. ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็ง และมีขนาดใหญ่ แยกได้โดยใช้วิธีเลือก เขี่ยหรือเลือกหยิบ หรือร่อนเอาส่วนประกอบนั้นออกจากสารเนื้อผสม เช่น หยิบหรือเขี่ยก้อนอิฐ ก้อนหินที่อยู่กับกองทรายออก ร่อนเศษอิฐ เศษหินออกจากกองทราย เป็นต้น

2. ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของเหลวไม่รวมกัน แยกได้โดยใช้วิธีแยกแต่ละชั้นออก โดยวิธีการตั้งสารเนื้อผสมนั้นทิ้งไว้ปล่อยให้ส่วนประกอบแยกจากกันเป็นชั้น ๆ แล้วจึงหาวิธีแยกแต่ละชั้นออกมา เช่น ตั้งน้ำกะทิผสมกับน้ำ หรือน้ำมันผสมกับน้ำ ทิ้งไว้จนส่วนประกอบแยกเป็น

ชั้น ๆ แล้วจึงหาวิธีแยกแต่ละชั้นออก เป็นต้น

3. ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งที่แม่เหล็กดูดได้ แยกได้โดยวิธีใช้แม่เหล็กดูดผงตะไบเหล็กที่ปะอยู่ในทรายหรือดิน เป็นต้น

4. ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งที่ระเหิดได้ แยกได้โดยใช้วิธีให้ความร้อนช่วยให้ของแข็งเกิดการระเหิด จึงเป็นปรากฏการณ์ที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นก๊าซหรือไอ โดยไม่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อน ซึ่งจะเกิดขึ้นตลอดเวลาและจะเกิดขึ้นกับสารเพียงไม่กี่ชนิด เช่น การบูรที่ผสมอยู่กับเกลือ เป็นต้น

2. **ตั้งสมมติฐาน** จากปัญหาตามข้อ 1.5 และจากการศึกษาความรู้เพิ่มเติม เมื่อกำหนดสารและอุปกรณ์ตามรายการข้างล่างนี้ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานการทดลองในครั้งนี้อย่างไร จะแยกน้ำโซเดียมคลอไรด์ และน้ำผงถ่านด้วยวิธีการใด

- | | | |
|------------------------|---------------------|---------------------------|
| 1. น้ำโซเดียมคลอไรด์ | 2. น้ำผงถ่าน | 3. บีกเกอร์ขนาด 50 ซม. |
| 4. ถ้วยกระเบื้อง | 5. แท่งแก้วคน | 6. ไม้ขีดไฟ |
| 7. หลอดตาทดลองขนาดกลาง | 8. กระดาษกรอง | 9. กรวยพลาสติก |
| 10. ที่ตั้งหลอดตาทดลอง | 11. ขาดังที่จับหลอด | 12. ตะเกียงพร้อมที่ต้มน้ำ |

สมมติฐานการทดลอง อาจตั้งได้ดังนี้ คือ

.....

.....

.....

.....

.....

3. อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อออกแบบการทดลองหรือขั้นตอนการทดลอง จนได้ข้อสรุปเป็นข้อ ๆ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปฏิบัติการทดลอง นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่ได้วางไว้ ตามข้อ 3 และให้นักเรียนหารูปแบบการบันทึกผลการทดลอง รูปแบบใดเหมาะสมที่สุดใส่ / ลงใน ☐

☐ ตาราง ☐ แผนภูมิ ☐ แผนภาพ ☐ ไดอะแกรม

☐ กราฟ ☐ สมการ ☐ เขียนบรรยาย ☐ อื่น ๆ

ผลการทดลอง

5. คิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ และตรวจสอบผลการทดลอง

ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ และตรวจสอบผลการทดลองร่วมกัน ดังนี้

5.1 นักเรียนคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ จากข้อความต่อไปนี้

5.1.1 สารเนื้อผสมบางชนิดที่เป็นของแข็ง สามารถแยกออกได้โดยอาศัยสมบัติการระเหิด

ลูกเหม็น การบูร มีสมบัติการระเหิด ดังนั้น

5.1.2 การแยกสารโดยวิธีทางกายภาพ เป็นการแยกสารเนื้อผสมออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ

การกรอง เป็นการแยกสารเนื้อผสมออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ดังนั้น ...

5.2 นักเรียนตรวจสอบสมมติฐาน โดยใส่ / ลงใน ☐

☐ ยอมรับสมมติฐาน

☐ ปฏิเสธสมมติฐาน

6. สรุปผลการเรียนรู้ นักเรียนนำความรู้จากการศึกษาและทดลองมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ เป็นหลักการวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

.....

7. ประเมินข้อความ

นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตัดสินข้อความ โดยใส่ / ลงใน ☐

"การแยกสารเนื้อผสมอาจทำได้โดยวิธีการทางกายภาพ ได้แก่ การกลั่น การกรอง การ

ตกลึก การเขี่ยออก การหยิบออก เท่านั้น" (อาจมีมากกว่าหนึ่งคำตอบ)

- ☐ เห็นด้วย เพราะการแยกสารเนื้อผสมโดยวิธีการทางกายภาพมีเพียงเท่านี้
 - ☐ เห็นด้วย เพราะเมื่อแยกแล้วสารที่ได้จะมีสมบัติเหมือนเดิม
 - ☐ เห็นด้วย เพราะส่วนประกอบของสารเนื้อผสมเป็นของเหลวที่ไม่รวมกัน
 - ☐ ไม่เห็นด้วย เพราะวิธีการบางวิธีไม่ใช่เป็นการแยกสารทางกายภาพ
 - ☐ ไม่เห็นด้วย เพราะยังมีวิธีการอื่น ๆ ที่เป็นการแยกสารเนื้อผสมโดยวิธีทางกายภาพอีก
-

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นาง วิไลวรรณ ปิยะปกรณ
เกิดวันที่	2 สิงหาคม พ.ศ.2496
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลหญิง กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	25/22 หมู่บ้านชื่นกมลนิเวศน์ 3 ถ.สุขาภิบาล 1 คลองกุ่ม บางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10320
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ทั่วหล้า บางกะปิ กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2513	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนหออันนาคาร์ก สามเสน กรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2517	ป.กศ.สูง จากวิทยาลัยครูสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2522	กศ.บ. (ชีววิทยา - วัตถุประสงค์การศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม จ.มหาสารคาม
พ.ศ.2534	กศ.ม. การมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

507.12

จ 735 ก

ร. 3

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

บทคัดย่อ

ของ

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มกราคม 2535

ม.อ.ปัตตานี

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้แบบแผนการวิจัย แบบ Randomized Control-group Pretest-posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การแจกแจงแบบ t-test Independent ในรูป Difference-Score และ t-test Dependent

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON THE ACHIEVEMENT IN SCIENTIFIC LEARNING
SCIENCE PROCESS SKILLS AND CRITICAL THINKING OF
MATHAYOM SUKSA I STUDENTS THROUGH TEACHING
ACTIVITIES ARRANGEMENT FOR CRITICAL
THINKING DEVELOPMENT PROCESS

AN ABSTRACT

BY

VILAIWAN PIYAPAKORN

Presented in partial fulfillment of requirement for the Master
of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
January 1992

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa Students' achievement in science, Science Process Skill and Critical Thinking ability using Inquiry Method with Teaching Activities Arrangement for Critical Thinking Development Process.

The sample used in this study was 80 Mathayom Suksa I students of Ramkamhaeng Demonstration School, Bankapi, Bangkok in the first semester Academic year 1991. The sample was randomly selected and divided into experimental and control groups with forty students in each. The randomized control-group pretest-posttest design was used. The experimental group was taught through the Teaching activities arrangement for Critical thinking development Process; The control group was taught through the IPST Teacher's Manual. Each group taught in the same contents for twenty 50 minutes's periods. Statistical techniques used in this study were the t-test Difference Score for between groups comparison.

The results of this study indicated that :

1. There was no significant difference in achievement in science between. The students taught through the Teaching activities arrangement for Critical thinking development Process and through the method in the IPST Teacher's Manual.
2. The Science Process Skill of the students taught through the Teaching activities arrangement for Critical thinking development Process and through the IPST Teacher's Manual was significantly different at the .05 level.
3. The Critical thinking ability of the students taught through the Teaching activities arrangement for Critical thinking development

Process and the method through the IPST Teacher's Manual was significantly different at the .01 level.

4. The Critical thinking ability of the students taught through the Teaching activities arrangement for Critical thinking development Process was grown up significantly different at the .01 level.

5. The Critical thinking ability of the students taught through the IPST teacher's manual group, between the pretest and posttest, was significantly different at the .01 level.

6. There was a significant relationship between The Science Process Skill and The Critical thinking ability of the students taught through the Teaching activities arrangement for Critical thinking development Process.