



วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบที่มีระดับการสืบสอบต่างกัน  
ผู้วิจัยจึงศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ

- ประวัติการสอนแบบสืบสอบ
- ความหมายของการสอนแบบสืบสอบ
- หลักการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ
- ขั้นตอนการสอนแบบสืบสอบ
- รูปแบบการสอนแบบสืบสอบ
- จิตวิทยาที่สนับสนุนการสอนแบบสืบสอบ
- บทบาทของครูในการสอนแบบสืบสอบ
- บทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบสืบสอบ
- ข้อดีของการสอนแบบสืบสอบ
- ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสอบ
- ประโยชน์ของการสอนแบบสืบสอบ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- งานวิจัยต่างประเทศ
- งานวิจัยในประเทศ



## การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ มุ่งสร้างเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยการนำเอาวิธีต่าง ๆ ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์ไปใช้ จึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หรือกระบวนการเรียนการสอนที่พึงประสงค์ และเหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อพัฒนาพฤติกรรมผู้เรียนให้เปลี่ยนแปลงตามความมุ่งหมายของหลักสูตร

ปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นผู้ดำเนินการสร้าง พัฒนา และปรับปรุงหลักสูตรและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำวิธีการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบมาใช้ในการเรียนการสอน เพราะวิธีสอนแบบสืบสอบได้เน้นหนักงานกระบวนการ (Process) เป็นสำคัญ เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ ความสามารถของตนเอง ในการค้นคว้าหาความรู้ ส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่มและคิดอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยกิจกรรมการทดลองและการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนเป็นหลัก มากกว่าที่จะขึ้นอยู่กับคำอธิบายหรือการสอนของครู

### ประวัติของการสอนแบบสืบสอบ

การเรียนการสอนแบบสืบสอบ เริ่มต้นในราว ปี ค.ศ. 1957 อันเป็นระยะที่สหรัฐอเมริกา กำลังตื่นตัว เนื่องจากรัสเซียสามารถส่งจรวดขึ้นสู่อวกาศได้สำเร็จ สหรัฐอเมริกาจึงปรับปรุงวิชาการด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง และได้มีผู้ทดลองวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสอบกันตลอดมา การวิจัยที่สำคัญได้แก่ การวิจัยของ ซุกแมน (Suchman) ในปี ค.ศ. 1961 เขาได้ตั้งโครงการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสอบที่มหาวิทยาลัยฮิลลินอยส์ โดยเน้นการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนค้นพบหลักการ และแก่นของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

ในปีพ.ศ. 2513 วีรยุทธ วิเชียรโรตติ ได้ตั้งโครงการวิจัยการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนขึ้นในประเทศไทยโดยได้รับทุนจากมูลนิธิเอเซียและใช้วิธีการสอนที่ดัดแปลงมาจากการสอนแบบสืบสอบของ ซุกแมน (Suchman) และต่อมาได้พัฒนารูปแบบการสอนแบบสืบสอบขึ้นมาใหม่

โดยเรียกชื่อว่าการสอนแบบ OEPIC ต่อมาในปี พ.ศ. 2515 รัฐบาลได้จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอน  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น เพื่อส่งเสริมและพัฒนาหลักสูตร โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และ  
คณิตศาสตร์ ทางสถาบัน ๆ ได้นำวิธีการสอนแบบสืบสอบมาใช้แต่ใช้วิธีการแบบที่นิยมกัน  
ต่างประเทศ หลังจากนั้นวิธีสอนแบบนี้จึงเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางในประเทศไทย

#### ความหมายของการสอนแบบสืบสอบ

คำว่าอินไควรี (Inquiry) นักการศึกษาไทยเรียกชื่อต่าง ๆ กันออกไปเช่น "การ  
สืบสอบ" "การสืบเสาะ" "การคิดสืบค้น" "การสืบสวน สอบสวน" "การสืบเสาะหาความรู้"  
ซึ่งทุกชื่อมีความหมายในทางองเดียวกัน เพราะมีหลักการใหญ่ ๆ เหมือนกัน สำหรับการวิจัย  
ครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า "การสืบสอบ"

ซันด์ (Sund, 1967 : 37) ให้ความหมายของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ  
ไว้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยการนำไปสู่การสืบสอบนั้นเป็นความต้องการที่จะให้นักเรียนค้นพบว่า  
นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบสิ่งต่าง ๆ อย่างไร เพราะการสืบสอบหมายถึงการค้นคว้าหาความรู้หรือ  
ความจริง เน้นการค้นหา (research) มากกว่าการค้นพบ สิ่งสำคัญคือครูต้องสอนให้นักเรียน  
รู้จักวิธีการเรียนรู้ (How to learn)

คาสเทลส์และเยเกอร์ (Castell and Yager, 1968 : 139) ได้ให้ความหมาย  
ของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ไม่เป็นเพียงแต่เนื้อหาความรู้ แต่  
วิทยาศาสตร์เป็นการสืบสอบด้วย ดังนั้นการเรียนวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องลงมือกระทำและใช้  
ทักษะต่าง ๆ มุ่งค้นหาความรู้ โดยต้องคำนึงว่าการหาเหตุผลและการใช้ทักษะจะมาก่อนการพัฒนา  
ความรู้เสมอ

ชวับ (Schwab, 1968 : 139) ให้ความหมายของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ  
ว่าแก่นักเรียนควรรู้ 4 ประการคือ

1. ความรู้เกิดจากการแปลความหมายของข้อมูล
2. ในการค้นหาข้อมูลนั้นต้องอาศัยรากฐานจากความคิดรวบยอดและสมมติฐาน

ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อความรู้พัฒนาขึ้น

3. ถ้าหลักการ (Principle) และความคิดรวบยอดเปลี่ยน ความรู้ที่ได้มาก็จะเปลี่ยนด้วย

4. ความรู้จะเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีเหตุผลที่ดีมาคัดค้าน ซึ่งเป็นไปได้ เมื่อเรารู้ดีกว่าและรู้มากกว่าที่เราเคยรู้มา

ทิชเชอร์และคณะ (Tisher and Others, 1972 : 139) ได้อธิบายเกี่ยวกับการสืบสอบสรุปได้ว่า การสืบสอบเป็นทั้งวิธีสอน วิธีเรียน วิธีแก้ปัญหา อย่างมีหลักการ รวมทั้งเป็นเทคนิคการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

คลาค (Clark, 1973 : 64) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบสอบว่า "เป็นการสอนให้นักเรียนค้นพบคำตอบและข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ซึ่งต่างกับการสอนแบบอธิบายที่ครูเป็นผู้บอกความรู้ให้แก่นักเรียน"

ราวน์ทรี (Rowntree, 1981) อธิบายความหมายของการเรียนรู้โดยการสืบสอบ (Inquiry Learning) สรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยการสืบสอบ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนพัฒนาทัศนคติหรือหลักการนั้นด้วยเหตุผล

นิตา สะเพียรชัย (2520 : 4) ให้ความเห็นว่า "วิธีเสาะแสวงหาความรู้ก็คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากปรัชญาทางวิทยาศาสตร์และเป็นพื้นฐานของกิจกรรมที่ช่วยให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริงและแนวความคิด"

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2520 : 96) บัญญัติ ให้ความหมายของการสอนแบบสืบสอบไว้ว่า "เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง และสร้างนิสัยให้ผู้เรียนเป็นคนช่างคิด รู้จักซักถามและแก้ปัญหา" จึงเป็นวิธีสอนที่สอดคล้องกับหลักจิตวิทยา ซึ่งช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นและเชื่อมั่นในตนเอง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 498) อธิบายความหมายของการสืบสอบสรุปได้ว่า การสืบสอบ หมายถึง การค้นหาข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนด้วยการสำรวจตรวจสอบอย่างถี่ถ้วนหรือด้วยการวิจัย

จากความหมายของการสอนแบบสืบสอบดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบเป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ ความจริง เพื่อแก้ปัญหาหรือเพื่อหาข้อเท็จจริงด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาบทสนทนาหรือหลักการด้วยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนหรือด้วยการวิจัย

#### หลักการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบสอบ

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ มุ่งสร้างเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ดังที่ ชว็บ (Schwab, 1962 : 102) กล่าวไว้ว่า "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบจะไม่ประสบผลสำเร็จอย่างใดเลย ถ้าหากนักเรียนไม่ได้มีส่วนร่วมในการที่จะพบปัญหา วิธีสอนที่ดีที่สุดคือให้นักเรียนได้เข้าไปปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง ได้เข้าพบปัญหา จึงจะเกิดความคิดในการแก้ปัญหาเหล่านั้น"

ซุคแมน (Suchman, 1962 : 1) ได้ศึกษาทดลองและจัดตั้งโครงการสอนแบบสืบสอบขึ้น ได้ให้แนวคิดและวิธีดำเนินการสอนแบบสืบสอบไว้ดังนี้

การสอนแบบสืบสอบ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการค้นคว้า และสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างมีเหตุผลการสอนแบบนี้จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการสอนที่ครูเป็นผู้บอกทั้งหมดผู้เรียนมีอิสระในการหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมตามความสามารถ เป็นการสอนที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการค้นคว้าหาความรู้ได้เป็นอย่างดีเพราะนักเรียนสนุกสนานสามารถร่วมกิจกรรมได้อย่างอิสระ และความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนแบบสืบสอบ จะมีคุณค่า มีความหมายสำหรับเด็กมากกว่าความรู้ที่ได้จากคนอื่นบอกให้จำ เพราะว่ามันนักเรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ความรู้ที่เกิดขึ้นด้วยวิธีนี้จะฝังแน่นและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนไปได้นาน

คลาρκ (Clark, 1973 : 401-418) ได้กล่าวถึงหลักการทั่วไปของการสอนแบบสืบสอบไว้ดังนี้

1. ครูพยายามชักจูงนักเรียนให้คิดด้วยตนเองโดยการ
  - ก. ถามคำถามให้คิด
  - ข. ถามให้ตีความ อธิบายและตั้งสมมติฐานไว้
  - ค. ถามให้หลักการมาปรับใช้กับสถานการณ์แตกต่างกัน
  - ง. ถามเพื่อการรวบรวมข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ
  - จ. เสนอปัญหาแก่นักเรียน โดยการให้คาดการณ์ล่วงหน้า
2. ครูพยายามที่จะสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการกระตุ้นนักเรียนให้ทดลองโดยใช้ความคิดของตนเอง
  - ก. โดยการสนับสนุนและยอมรับ
  - ข. เสริมแรง
  - ค. การยอมรับ
  - ง. กระตุ้นและพิสูจน์เพื่อนำไปสู่เรื่องราวนั้น
  - จ. ยอมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง
  - ฉ. กระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดและวิเคราะห์ความคิดที่แตกต่างและมีการตีความจากข้อมูลนั้น
3. การสอนแบบสืบสอบ ส่วนใหญ่จะรวมเอาวิธีการของการแก้ปัญหา (Problem Solving) ไม่ว่าจะเป็นวิธีแก้ปัญหาของคนเดียวหรือกลุ่ม
4. วิธีการสอนแบบสืบสอบเป็นการสอนแบบอิสระ

เอสเลอร์และเอสเลอร์ (Esler and Esler, 1985) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ 3 แนวทาง ดังนี้

1. แนวทางที่ใช้เหตุผล เป็นแนวทางที่เน้นให้นักเรียนใช้เหตุผลในการตอบคำถามจนบรรลุเป้าหมาย
2. แนวทางที่มีการค้นคว้า เป็นแนวทางที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการค้นคว้าหาคำตอบของปัญหา

- 2.1 การค้นคว้าของนักเรียนเอง
- 2.2 การค้นคว้าตามแนวทางที่ครูกำหนด
3. แนวทางที่มีการทดลอง เป็นแนวทางที่เน้นให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานและปฏิบัติตาม การทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน เพื่อสรุปเป็นคำตอบของปัญหา

เสริมศรี เสวตามร (2521 : 73) กล่าวถึงหลักการของการสืบสอบ สรุปได้ว่า หลักการของการสืบสอบนั้น เน้นที่การฝึกหัดเด็กคิด ำให้ค้นคว้าเอง แต่วิธีฝึกนั้นมีหลายอย่าง เด็ก จะถามคำถาม เด็กจะทดลองหรือครูจะทดลองก็ได้ ข้อสำคัญคือครูจะต้องใช้วิธีการกระตุ้นให้เด็ก ชื่องใจสงสัยก่อน

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) ได้วิเคราะห์แนวการสอนวิทยาศาสตร์ จากหนังสือของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชื่อ เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สาขา วิทยาศาสตร์ทั่วไป ฉบับ มกราคม 2520 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการสอนดังนี้

1. กิจกรรมและลำดับขั้นของกิจกรรม ในการสอนแต่ละครั้งสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 4 อย่าง เรียงลำดับคือ
  - 1.1 การนำเข้าสูบทเรียนโดยการตั้งปัญหา
  - 1.2 การอภิปรายก่อนการทดลอง
  - 1.3 การทดลอง
  - 1.4 การอภิปรายหลังการทดลอง
2. นักเรียนคือผู้ค้นพบ นักเรียนเป็นผู้ทดลอง สังเกต บันทึกข้อมูล และในที่สุดก็เป็น ผู้สรุป โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
3. บทบาทของครู ตามแนวการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือให้คำแนะนำเท่านั้น เมื่อนักเรียนมีข้อแย้งตอนใดครูจะหา วิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิดและจะพยายามแนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง
4. จุดหมายปลายทางของการสอน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชี้แจงว่าการเรียนการสอนแบบนี้ จะไม่เน้นเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียว แต่จะมุ่งพัฒนาทักษะต่าง ๆ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน

จากหลักการข้างต้น พอจะสรุปได้ว่าหลักการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบสอบนั้น เน้นการฝึกให้นักเรียนคิด ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ครูจะต้องใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนขบขี้ใจ สงสัยก่อนโดยการถามให้คิด ถามเพื่อรวบรวมข้อมูล หรือ เสนอปัญหาแก่นักเรียน พร้อมทั้งครูต้องพยายามสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดของนักเรียนเอง



### ขั้นตอนการสอบแบบสืบสอบ

โรมี (Romey ,1968) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ซึ่งเน้นบทบาทของครูในการดำเนินกิจกรรม สรุปได้ดังนี้

1. ขึ้นเสนอปัญหาและข้อมูลพื้นฐาน ครูเป็นผู้เสนอปัญหาพร้อมกับข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ
2. ขึ้นแปลความหมายข้อมูล ครูนำการอธิบายเพื่อให้ให้นักเรียนจัดกระทำหรือแปลความหมายข้อมูล
3. ขึ้นอ้างหลักการ ครูนำการอธิบายเพื่อให้ให้นักเรียน นำผลการจัดกระทำหรือแปลความหมายข้อมูลมาอ้างอิงตามหลักเหตุผล
4. ขึ้นสรุป ครูนำการอธิบายเพื่อให้ให้นักเรียนนำหลักฐานหรือหลักการมาอ้างอิงเพื่อสรุปเป็นความรู้

เรนเนอร์และสตาฟฟอร์ด (Renner and Stafford ,1972) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบมี 3 ขั้นตอน

1. ขึ้นศึกษาสำรวจ (Exploration) ครูเสนอปัญหา ให้นักเรียนหาคำตอบ จัดเตรียมอุปกรณ์และให้แนวทางในการใช้อุปกรณ์เพื่อสังเกต และสำรวจหาคำตอบตามแนวทางที่กำหนด
2. ขึ้นสร้าง (Invention) นักเรียนนำผลจากการศึกษาสำรวจ มาวิเคราะห์และรายงานผล อันเป็นความรู้ที่สร้างขึ้น
3. ขึ้นค้นคว้า (Discovery) ครูตั้งปัญหาและจัดอุปกรณ์แล้วครูนำอธิบายให้นักเรียนได้ใช้ความรู้หรือวิธีการเดิมในการค้นคว้าหาคำตอบ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความรู้นั้นได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น



ซุคแมน (Suchman อ้างใน Joyce and Weil ,1978 ,1980) ได้เสนอรูปแบบ การฝึกการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry Training Model) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ 5 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขึ้นเสนอสถานการณ์ปัญหา ครูเป็นผู้เสนอ
2. ขึ้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหา
3. ขึ้นรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบหรือพิสูจน์ ในขั้นตอนที่ 2 และ 3 ครูให้นักเรียน ถามคำถามเพื่อรวบรวมข้อมูล
4. ขึ้นสรุปเป็นหลักการเพื่ออธิบายปัญหา
5. ขึ้นวิเคราะห์กระบวนการ

มาร์ตินและคณะ (Martin and Others ,1988) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเรียนการสอน แบบสืบสอบ สรุปได้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบ เป็นการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็น ศูนย์กลาง โดยครูและนักเรียนร่วมมือกันหาวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนดังนี้

1. ขึ้นสำรวจและรวบรวมข้อเท็จจริง
2. ขึ้นตั้งปัญหาและตั้งสมมติฐาน
3. ขึ้นทดสอบสมมติฐาน
4. ขึ้นสรุปวิธีแก้ปัญหาหรือย้อนหลังไปดำเนินการใหม่

จาคอบสันและคณะ (Jacobsen and Others ,1989) ได้เสนอกระบวนการเรียน การสอนแบบสืบสอบ ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขึ้นเสนอปัญหา ครูพิจารณาเนื้อหาสาระแล้วระบุปัญหาที่จะสืบสอบ
2. ขึ้นตั้งสมมติฐาน ครูอาจเป็นผู้ตั้งสมมติฐานหรือใช้คำถามถามนักเรียนตั้ง สมมติฐาน
3. ขึ้นรวบรวมข้อมูล ครูอาจให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากสื่อหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ หรือทำการทดลองซึ่งทำได้ทั้งในและนอกชั้นเรียน หรืออาจทำการทดลองที่บ้านเพื่อรวบรวมข้อมูล ซึ่งจะใช้เป็นหลักฐานตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. ชั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ครูนำการอภิปรายให้นักเรียนนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เพื่ออำนวยการตรวจสอบสมมติฐาน แล้วสรุปเป็นคำตอบซึ่งเป็นสาระสำคัญของบทเรียน

จันท์เพ็ญ เชื้อพานิช (2527) ได้กล่าวถึง การเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนของวิธีสอนแบบสืบสอบ ซึ่งครูจะต้องใช้เทคนิคการสอนต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาให้สอดคล้องกับเรื่องที่จะสอนในรูปแบบต่าง ๆ นำไปสู่ประเด็นที่จะให้มีการอภิปราย การเรียนการสอนในขั้นนี้ เรียกว่า ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพราะเป็นขั้นเตรียมนักเรียนให้พร้อมให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ตั้งคำถามเพื่อไปสู่การอภิปรายและการทดลอง เมื่อได้ประเด็นปัญหาสำหรับการอภิปรายแล้ว ครูจะต้องใช้เทคนิคการถาม ตามคำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กันเพื่อให้ได้มีการอภิปรายหาคำตอบที่จะเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

3. กระตุ้นให้นักเรียนถามคำถาม นอกจากครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดและตอบคำถามแล้ว ครูยังต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้ถามคำถามด้วยหรือพยายามเชื่อมโยงคำตอบของนักเรียนไปสู่คำถามใหม่ ซึ่งจะช่วยขยายแนวความคิด หรือขยายคำตอบเดิมให้ชัดเจนขึ้น ให้มีการสืบสอบจนได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ขึ้น

4. ในระหว่างที่นักเรียนศึกษาค้นคว้าหรือทำการทดลอง ครูควรสังเกตและคอยเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ แนะนำแนวทางให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้เอง

5. ตั้งคำถามที่จะใช้ในการอภิปรายสรุปผลการทดลอง ในขั้นของการอภิปราย สรุปผลการทดลองครูจะต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นแนวทางในการตั้งคำถาม ข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายคือ ความรู้ที่นักเรียนสืบสอบด้วยตนเอง

6. ใช้เทคนิคการสอนอื่น ๆ เช่น การเสริมพลัง การเร้าความสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจอยากสืบสอบหาความรู้ เกิดแนวความคิดในการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) ได้เสนอขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบไว้ 5 ขั้นตอน

1. ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา
2. ขั้นอภิปรายเพื่อกำหนดแนวทางคำตอบ ครูนำอภิปรายเพื่อกำหนดแนวทางของปัญหา
3. ขั้นอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง ครูนำอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง
4. ขั้นดำเนินการทดลอง นักเรียนปฏิบัติตามการทดลองตามทีออกแบบไว้ บันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
5. ขั้นอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง ครูนำการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนนำผลการทดลองมาอ้างเพื่อสรุป

จะเห็นได้ว่าจากการที่นักการศึกษาแต่ละท่าน ได้เสนอขั้นตอนการสอนแบบสืบสอบไว้สามารถที่จะสรุป ขั้นตอนการสอนแบบสืบสอบได้ดังนี้

1. ขั้นเสนอปัญหา
2. ขั้นกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาหรือคำตอบ
3. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล หรือ วิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นสรุปเป็นคำตอบ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การปฏิบัติการทดลอง ซึ่งเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน การสอนปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์นั้น มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนการสอนปฏิบัติการไว้เช่น

น้อมฤดี จงพยุหะ สมใจ ฤทธิสนธิ์ และ พยอม ตันมณี (2519) ได้เสนอขั้นตอนการสอนไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม กิจกรรมในขั้นนี้คือ การจัดแบ่งกลุ่มนักเรียน อธิบายถึงระเบียบที่ควรปฏิบัติการทดลอง ให้นักเรียนอ่านปฏิบัติการทดลองล่วงหน้า และการอธิบายให้นักเรียนรู้จักอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ
2. ขั้นปฏิบัติการ กิจกรรมในขั้นนี้ คือ การให้นักเรียนแยกย้ายไปตามกลุ่มที่จัดไว้แล้ว

ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่อยู่ในสมุดปฏิบัติการ ให้นักเรียนสังเกตการทดลองตามลำดับชั้น ครูจะคอยดูแลนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ให้ทำงานร่วมกันอย่างทั่วถึงและคอยแนะนำข้อสงสัยต่าง ๆ

3. ขึ้นสรุปและประเมินผล กิจกรรมในขั้นนี้ประกอบด้วย ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการปฏิบัติการ ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้จากการปฏิบัติการ ครูพยายามส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้ในกลุ่มของตนเองและกลุ่มของเพื่อน ๆ ว่า มีสาเหตุอะไรที่แตกต่างไป

ผู้จัดทำ นิยมคำ (2536) ได้เสนอขั้นตอนของการสอนปฏิบัติการทดลอง เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขึ้นอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion Phase)
  - 1.1 ระบุปัญหาที่จะหาคำตอบ
  - 1.2 กำหนดแนวทางในการทดลอง
  - 1.3 แนะนำวัสดุอุปกรณ์และการใช้
  - 1.4 กำหนดตารางบันทึกข้อมูล
2. ขึ้นกระทำการทดลอง (Lab-Work Phase)
  - 2.1 นักศึกษาเปิดวัสดุ-อุปกรณ์
  - 2.2 นักศึกษาทำการทดลอง
  - 2.3 ควบคุมดูแลการทดลอง
  - 2.4 ตอบคำถามและให้คำแนะนำเพิ่มเติม
  - 2.5 ได้ข้อมูล
3. ขึ้นอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion Phase)
  - 3.1 นักศึกษาจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
  - 3.2 นักศึกษาเขียนกราฟ (ถ้าจำเป็น)
  - 3.3 นักศึกษาตีความหมายข้อมูล สรุปผล
  - 3.4 นักศึกษาอภิปรายผลการทดลอง
  - 3.5 ให้นำข้อมูลย้อนกลับ และ/หรือให้ความรู้เพิ่มเติม
  - 3.6 นักศึกษาเขียนรายงานผลการทดลอง

นอกจากนี้ โรมีย์ (Romey, อ้างในสุวิวัฒน์ นิยมคำ 2531 : 542-543) ยังได้แนะนำ ขั้นตอนกิจกรรมที่ใช้ปฏิบัติการทดลองเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน ดังนี้

1. ตั้งปัญหา
2. ออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา
3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
4. ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล
5. ให้นักเรียนลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูล
6. อธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้
7. ถ้ามีความจำเป็นที่จะให้ความรู้เพิ่มเติม ก็สามารถบรรยายได้
8. ให้ความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากหนังสือเรียน

ขั้นตอนการสอนปฏิบัติการทดลอง ซึ่งนักการศึกษาแต่ละท่านเสนอไว้หลายแบบ สรุปเป็น ขั้นตอนได้ดังนี้

1. ขึ้นระบุนปัญหา
2. ขึ้นออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา
3. ขึ้นปฏิบัติการทดลอง
4. ขึ้นลงข้อสรุป

#### รูปแบบการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบสอบ

การจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบสอบ เป็นการจัดกิจกรรมที่ต้องใช้กิจกรรมการปฏิบัติการทดลองในการเรียนการสอน ซึ่งการปฏิบัติการทดลองมีรูปแบบที่สำคัญ คือ

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory)
2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory)

สเปียร์และโซลแมน (Spears and Zollman, 1977 : 34-35) ได้กล่าวเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลองแบบสำเร็จรูป และแบบไม่กำหนดแนวทาง สรุปได้ดังนี้

การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) เป็นรูปแบบที่เก่าแก่ ซึ่งงาน

การทดลองแบบนี้จะมีคำสั่งและวิธีปฏิบัติการทดลองมาให้ให้นักเรียน และเป็นการปฏิบัติการทดลอง เพื่อพิสูจน์หลักการในบทเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว

การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) เป็นรูปแบบที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบสอบ (Inquiry Model) ซึ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นและสืบสอบในหลักการที่กำลังวิเคราะห์วิจารณ์กันในห้องเรียน

นอกจากนี้ สเตียร์และโซลแมน ยังได้เปรียบเทียบขั้นตอนในการทำการทดลองทั้งสองแบบไว้ สรุปได้ดังนี้

<u>การทดลองแบบสำเร็จรูป</u>	<u>การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง</u>
1. กำหนดปัญหาให้ก่อนพบกันในชั้นเรียน	1. กำหนดปัญหาให้ก่อนพบกันในชั้นเรียน
2. แนะนำหรือชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงเครื่องมือที่จะใช้	2. แนะนำหรือชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงเครื่องมือที่จะใช้
3. กำหนดวิธีการปฏิบัติการทดลองเพื่อแก้ปัญหา	3. ชักถามนักเรียนเพื่อหาทางแก้ปัญหา
4. ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้	4. ให้นักเรียนแสดงข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้
5. ให้นักเรียนลงความเห็นจากข้อมูลและให้อธิบายข้อความเห็น	

จะเห็นว่า การจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลองทั้งสองแบบ มีขั้นตอนสองขั้นตอนแรกเหมือนกันและขั้นตอนที่สามเป็นขั้นตอนที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัด คือการทดลองแบบสำเร็จรูป จะกำหนดวิธีการปฏิบัติการทดลองมาให้ให้นักเรียน ส่วนการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางจะไม่กำหนดวิธีการปฏิบัติการทดลองให้หรืออาจกำหนดให้เล็กน้อย สำหรับขั้นตอนที่สี่และห้าจะคล้าย ๆ กัน คือการให้นักเรียนสรุปและอธิบายข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

โยร์ (Yore, 1984) เสนอกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ 2 แบบ ซึ่งมีลักษณะของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกัน สรุปได้ดังนี้

1. การเรียนแบบสืบสอบ โดยการอุปนัยอย่างมีโครงสร้าง (Structured

Inductive Inquiry) ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน

1. ขั้นก่อนการทดลอง ครูตั้งปัญหาและเตรียมแนวทางการทดลองอุปกรณ์ การทดลองและการนำอภิปรายเพื่อให้นักเรียนทำการทดลองตามแนวทางที่กำหนด
2. ขั้นปฏิบัติการทดลอง นักเรียนใช้อุปกรณ์ในการปฏิบัติการทดลองบันทึกข้อมูล และจัดกระทำข้อมูล ตามแนวทางที่ครูกำหนด โดยปฏิบัติเหมือนกันทั้งชั้นเรียน
3. ขั้นหลังการทดลอง ครูนำการอภิปราย เพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อสังเกต ข้อสรุปและเสนอวิธีการประยุกต์ใช้ความรู้

2. การเรียนแบบสืบสอบกึ่งนิรนัย (Semi Deductive Inquiry) มีขั้นตอน 3 ขั้นตอน

1. ขั้นก่อนการทดลอง ครูตั้งปัญหาและนำการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนคิด สร้างสรรค์ เพื่อหาแนวทางการทดลองเองอย่างอิสระ และให้นักเรียนคาดถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากการทดลองตามแนวทางนั้น ๆ
2. ขั้นปฏิบัติการทดลอง นักเรียนใช้อุปกรณ์ในการปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนดและตามข้อจำกัดและความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่มีอยู่
3. ขั้นหลังการทดลอง ครูนำการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนผลการวิเคราะห์ ข้อสรุปและการประยุกต์ให้ความรู้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2517 : 142-144) กล่าวเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการทดลองแบบ สำเร็จรูปและการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ไว้ดังนี้

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) การทดลองแบบนี้ ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา บอกวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งในคู่มือการทดลอง
2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) การทดลองแบบนี้ นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบโดยครูกำหนดปัญหาให้ เมื่อได้แนวทางการทดลองแล้ว จึงแยกย้ายกันทำการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายหน้าชั้น การทดลองแบบนี้เป็นการส่งเสริม สมรรถภาพด้านความคิด ควรให้นักเรียนวางแผนการทดลองก่อนแล้วจึงลงมือทำการทดลองตาม แบบที่กำหนดไว้

เมื่อมองงานแห่งการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้ปฏิบัติการทดลอง สุวัฒน์ นิยมคำ ได้เสนอว่า ควรเริ่มต้นโดยใช้กิจกรรมสำเร็จรูป (Structured Activities) ก่อนแล้วจึงไปหากิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Activities) ในภายหลังและกล่าวถึง ลักษณะการจัดกิจกรรมทั้ง 2 แบบ ดังนี้

#### การจัดกิจกรรมแบบสำเร็จรูป

1. ครูกำหนดปัญหา
2. เสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูล
3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามวิธีการในข้อ 2
4. เมื่อได้ข้อมูลแล้วให้นักเรียนจัดทำตาราง
5. ตั้งคำถามที่ต้องการ แล้วให้นักเรียนตอบ
6. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหาแล้วอภิปรายหน้าชั้น

#### การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ครูตั้งปัญหาให้
2. ให้นักเรียนทั้งชั้นวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง ดำเนินการเองจนได้ข้อสรุป
3. ครูคอยแนะนำ แนะนำแนวทางด้วยการถามให้เกิดความคิดหาหน้าที่เป็นที่เสี่ยง

จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ มีรูปแบบของการเรียนการสอนที่สำคัญ คือ การใช้กิจกรรมสำเร็จรูป (Structured Activities) และ การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Activities) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้แนะนำแนวทางเท่านั้น การแนะนำแนวทางของครู ก็คือระดับของการสืบสอบนั่นเอง

ชว็บ (Scwab, 1967 : 82) ได้กล่าวถึงกิจกรรมการปฏิบัติการทดลอง (Laboratory) ว่ามี 3 ระดับ โดยแต่ละระดับจะแตกต่างกันที่ระดับของการเปิด (Level of Openness) หรือระดับของการสืบสอบนั่นเอง ดังนี้



ระดับที่ 1 เปิดเฉพาะคำตอบ กิจกรรมการเรียนการสอนในระดับนี้ เป็นการให้นักเรียนหาคำตอบของปัญหาเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้บอกปัญหา และ/หรือจุดประสงค์ของการศึกษา พร้อมทั้งอธิบายแนวทางและวิธีการศึกษาที่จะช่วยให้นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนยังไม่ทราบ แต่ไม่บอกคำตอบให้

ระดับที่ 2 เปิดคำตอบและวิธีการศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอนในระดับนี้เป็นการให้นักเรียนหาวิธีการศึกษา และคำตอบของปัญหาเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้บอกปัญหา และ/หรือจุดประสงค์ของการศึกษาเท่านั้น แล้วให้นักเรียนคิดออกแบบวิธีการศึกษาเอง พร้อมทั้งให้นักเรียนหาคำตอบของปัญหาจากวิธีการศึกษาที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองไว้

ระดับที่ 3 เปิดคำตอบ วิธีการศึกษา และปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอนในระดับนี้ ครูผู้สอนจะไม่บอกทั้งปัญหาและ/หรือจุดประสงค์ วิธีการศึกษา และคำตอบแก่นักเรียน ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนเห็นถึงปัญหา แล้วให้นักเรียนตั้งปัญหาเองจากนั้นให้นักเรียนออกแบบวิธีการศึกษา จากปัญหาที่ตั้งขึ้น พร้อมทั้งให้นักเรียนหาคำตอบของปัญหาจากวิธีการศึกษาที่นักเรียนได้ออกแบบไว้

โรมี (Romey, 1968 : 20) ได้กล่าวถึง การปฏิบัติทดลองว่า "วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีการทดลองเป็นพื้นฐาน (Laboratory Oriented Discipline) ดังนั้น หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ดีควรเป็นหลักสูตรที่มีการปฏิบัติทดลองเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมการเรียนการสอน (Laboratory Centered Curriculum) มากกว่าตำราหรือการบรรยายเป็นศูนย์กลาง (Text or Lectured Centered Curriculum)" และโรมียังได้กล่าวถึงระดับของการสืบสอบ สรุปได้ว่า "ระดับของการสืบสอบในการสอนนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของการอธิบายชี้แนะจากครูผู้สอนเป็นสำคัญ กล่าวคือ ถ้าครูผู้สอนให้คำชี้แนะ หรือบอกมากการสอนก็เป็นการสืบสอบน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้าครูให้นักเรียนศึกษา สังเกต ทดลอง สรุปเองมาก การเรียนการสอนก็จะเป็นการสืบสอบมากขึ้น" และโรมี ได้เสนอลักษณะของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบที่ได้ผลดังต่อไปนี้

1. ครูสร้างสถานการณ์เพื่อเสนอปัญหา
2. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูลทำชิ้นงานแก้ปัญหา

4. นักเรียน ศึกษา และตีความหมายข้อมูล
5. นักเรียนสร้างข้อสรุปเป็นหลักเกณฑ์ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้เป็นพื้นฐาน
6. มีการจัดอภิปรายกลุ่มเกี่ยวกับความหมาย หรืออภิปรายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน
7. ในการอภิปรายควรใช้ตำราประกอบ ซึ่งเป็นการขยายความคิดของนักเรียน

สมาคมนักเคมีอุตสาหกรรม (The Manufacturing Chemists' Association) ได้ระบุลักษณะของการปฏิบัติการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ซึ่งเรียกว่า การทดลองแบบปลายเปิด (Open - ended Experiment) ไว้สรุปได้ดังนี้

1. บทปฏิบัติการจะถามปัญหาที่กว้าง ๆ ไม่บอกวิธีการปฏิบัติการทดลองให้
2. นักเรียนไม่ทราบคำตอบของปัญหาก่อนการทดลอง
3. นักเรียนต้องเข้าใจปัญหาอย่างดี รวมทั้งเหตุผลต่าง ๆ และวิธีที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา
4. นักเรียนทำการสังเกตและสรุปผลเอง
5. รายงานผลการทดลองเป็นรายงานที่เขียนบอกจุดมุ่งหมายในการทดลอง ข้อมูล และข้อสรุป
6. ให้นักเรียนคิดตีความหมายสิ่งที่เขาสังเกต
7. ข้อมูลอาจถูกพิจารณาได้ในหลายระดับตามความสามารถของนักเรียน
8. คำตอบจากการทดลอง อาจนำไปสู่ปัญหาใหม่
9. นักเรียนไม่อาจคาดหมายผลการทดลองล่วงหน้า
10. การทดลองอาจทำให้นักเรียนมองเห็นว่า ปัญหาหลายอย่างอาจมีจุดรวมอยู่กับการทดลองเพียงอย่างเดียว และการทดลองนั้นควรได้รับการพิจารณาและถามคำถามหลาย ๆ ด้าน
11. ครูอาจถามให้นักเรียนสรุปหลักการ (Generalization) จากข้อมูลที่รวบรวมได้

กล่าวโดยสรุป รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบ มีรูปแบบที่สำคัญคือการจัดกิจกรรมสำเร็จรูป และการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 2 แบบนี้ ครูมีการแนะนำแนวทางในการเรียนการสอนต่างกัน การจัดกิจกรรมสำเร็จรูป

ครูมีการแนะแนวทางในการทำกิจกรรมมาก ทำให้การเรียนการสอนโดยการจัดกิจกรรมสำเร็จรูป เป็นการสอนที่มีระดับการสืบสอบน้อย กล่าวคือ นักเรียนมีโอกาสค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองน้อย ในทางตรงกันข้าม การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ครูมีการชี้แนะแนวทางในการทำ กิจกรรมน้อย ทำให้การเรียนการสอนโดยการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เป็นการสอนแบบ สืบสอบที่มีระดับการสืบสอบมากขึ้น คือ นักเรียนมีโอกาสได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองมากขึ้นใน การเรียน

ปัจจุบันการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนต่าง ๆ ของประเทศไทย จัดว่าเป็นกิจกรรมการทดลองแบบสำเร็จรูป โดยกำหนดวิธีปฏิบัติการทดลองมาให้ นักเรียน ซึ่งใช้หลักสูตรของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

#### จิตวิทยาที่สนับสนุนการสอนแบบสืบสอบ

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2514 : 55-60) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาที่สนับสนุนการเรียน การสอนแบบสืบสอบว่า

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีรากฐานมาจากทฤษฎีของเพียเจท์ (Jean Jacques Piaget) นักการศึกษาชาวสวิส ซึ่งกล่าวถึงพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ว่า ความคิดของคนนั้น ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ประการ คือ

1. Assimilative Structure ได้แก่ การเร้าให้นักเรียนนำความรู้ที่มีอยู่เดิม มาใช้ในชั้นเรียนเพื่อแก้ปัญหา นักเรียนจะเรียนรู้โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิด
2. Accommodative Structure คือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขยายโครงสร้างเดิม เพื่อจะรับความรู้ใหม่และนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างเดิม ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุง โครงสร้างเดิม ก็ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ได้

ยงสุข รัตนิมาศ (2514 : 48-56) กล่าวถึงจิตวิทยาที่สนับสนุนการเรียนการสอน แบบสืบสอบว่า

1. การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น (Active Involvement) มีผลต่อการเรียนรู้ ดีกว่าการเป็นผู้รับฝ่ายเดียว

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีเมื่อสภาวะ (Situation) มีการกระตุ้นเตือนที่ไม่ต้อง บังคับหรือข่มขู่ และจะช่วยให้เกิดความสำเร็วจนได้มากกว่าการล้มเหลว
3. วิธีสอนให้คนรู้จักคิดและเป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ดี ก็คือ การเปิดโอกาส ให้นักเรียนได้ใช้ความคิด โดยที่เขาเผชิญกับสิ่งที่ต้องคิดและสิ่งที่กระตุ้นทางด้านความคิดด้วย ตนเอง

นอกจากนี้ สุวัฒน์ นิยมคำ (2517 : 115) ยังได้กล่าวถึงจิตวิทยาที่สนับสนุนการสอน แบบสืบสอบว่า

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อนักเรียนได้ เกี่ยวข้องอย่างมีชีวิตชีวากับการค้นหาความรู้ นั้น ๆ โดยตรง มากกว่าการที่จะบอกเล่าให้ นักเรียนฟัง
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมช่วยให้นักเรียนอยากเรียน วิชาซึ่งเป็น การบีบบังคับ และครูต้องจัดกิจกรรมซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้ามากกว่า ที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว
3. วิธีการสอนของครู จะต้องส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของเขาให้มากที่สุด

#### บทบาทของครูในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ

ซุคแมน (Suchman, 1966 : 24) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับบทบาทของครูในการสอน แบบสืบสอบว่า บทบาทของครูที่สอนแบบสืบสอบ แตกต่างไปจากครูที่สอนตามปกติ ครูต้องมีความรู้ เกี่ยวกับกระบวนการทางจิตวิทยาและครูควรมีบทบาทดังนี้

1. เฝ้าและทำทนายให้นักเรียนคิด
2. ให้อิสระสภาพในการทดลอง การซักถามและการอภิปราย
3. หาสิ่งที่จะช่วยสนับสนุนการสืบสอบ
4. ช่วยวิเคราะห์ความยุ่งยากที่นักเรียนไม่สามารถทำได้
5. ให้ความรู้เพิ่มเติมเมื่อนักเรียนต้องการ



แมสเซียส (Massialas ,1967) กล่าวถึงบทบาทสำคัญของครู ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ สรุปได้ดังนี้

1. ครูต้องวางแผนอย่างดีในการเตรียมหัวข้อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า รวมทั้งวางแผนจัดเตรียมอุปกรณ์ เวลาและสถานที่ด้วย
2. ครูต้องจัดเตรียมอุปกรณ์และกิจกรรมในลักษณะที่เป็นสปริงบอร์ด ให้นักเรียนกระโดดเข้าสู่การสืบสอบ
3. ครูต้องกระตุ้นและท้าทายอย่างต่อเนื่อง ให้นักเรียนค้นคว้า และทดสอบแนวทางใหม่ ๆ ที่นักเรียนคิดขึ้น
4. คำถามที่ควรถามคือ คำถามเพื่อให้นักเรียนหาหลักฐานมาสนับสนุนหรือป้องกันแนวคิดของตนเอง
5. คำถามอีกประเภทหนึ่งที่ครูควรถาม คือ คำถามที่ให้นักเรียนหาความกระจ่างในแนวคิดของตนเอง
6. ในระหว่างช่วงเวลาให้นักเรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหาไม่ได้ ครูอาจช่วยโดยการถามนำเพื่อให้นักเรียนหาแนวทางต่าง ๆ หลาย ๆ แนวทาง
7. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนกระทำวิธีการต่าง ๆ ตามแนวคิดของนักเรียนเองและกระตุ้นให้นักเรียนเห็นว่าเป็นกิจกรรมสำคัญของการศึกษา
8. ในการควบคุมชั้นเรียนครูต้องให้โอกาสนักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาแนวคิดใหม่ ๆ หากความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ของสิ่งต่าง ๆ อย่างทั่วถึง

ซันด์และโทรบริดจ์ (Sund and Trowbridge, 1973) ได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ดังนี้

การสืบสอบอาจแบ่งได้เป็น 2 แนวทางซึ่งขึ้นอยู่กับ บทบาทของครูและนักเรียน ได้แก่ การสืบสอบแบบมีการแนะนำ (Guided Inquiry) และการสืบสอบแบบอิสระ (Free Inquiry) ในการสืบสอบแบบมีการแนะนำครูมีบทบาทมากในการดำเนินกิจกรรมและการสืบสอบแบบอิสระนักเรียนมีบทบาทมากที่สุดในการดำเนินกิจกรรม

ออร์ลิชและคณะ (Orlich and Others, 1985) ได้อธิบายบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ 2 แนวทาง ดังต่อไปนี้

ถ้าจำแนกแนวทางในการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นแบบที่ต่างกัน 2 แนวทาง คือ การเรียนการสอนแบบสืบสอบที่ครูกำหนดแนวทางการสืบสอบกับแนวทางการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่ครูไม่ได้กำหนดแนวทางการสืบสอบ การเรียนการสอนแบบสืบสอบทั้ง 2 แนวทาง ครูและนักเรียนมีบทบาทต่างกัน

ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่ครูกำหนดแนวทางการสืบสอบ ครูต้องวางแผนและเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สืบสอบ ให้นักเรียนระทำการสังเกต จัดกระทำ และใช้อ้างอิงเป็นคำตอบ ครูมีบทบาทในการนำให้นักเรียนดำเนินการสืบสอบตามแนวทางโดยครูใช้คำถามนำ จัดเตรียมอุปกรณ์ที่จะต้องทำตามแนวทางนั้น ๆ ให้นักเรียนกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นมีส่วนร่วมในการดำเนินการสืบสอบและสรุปเป็นหลักการ

ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่ครูไม่ได้กำหนดแนวทางการสืบสอบ ครูมีบทบาทน้อยกว่าแบบแรก เมื่อครูเสนอปัญหาแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนหาแนวทาง และดำเนินการสืบสอบวิธีต่าง ๆ เอง แต่ครูต้องคอยตรวจสอบความถูกต้องในการอ้างอิงหรืออ้างเหตุผลของนักเรียน ถ้านักเรียนอ้างเหตุผลผิด ครูต้องชี้ให้นักเรียนเห็นจุดที่นักเรียนผิดพลาด ถ้านักเรียนไม่ได้อ้างเหตุผล ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนอ้าง เพื่อยืนยันและครูควรกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นได้แลกเปลี่ยนข้อสรุปกันโดยที่แสดงการอ้างอิงให้เพื่อน ๆ รับรู้ด้วย

สุวัฒน์ นิยมคำ (2517 : 127) ได้เสนอแนะบทบาทของครูในการสอนแบบสืบสอบว่า ครูคือผู้แนะแนวทางคอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ฉะนั้นครูจึงมีหน้าที่ 3 ประการ คือ

1. บอคำถามแก่เด็กเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูต้องรู้จักบอคำถาม รู้ว่าจะถามอะไร เด็กจึงจะเกิดความคิด ความจำ หรือความเข้าใจ และควรตอบคำถามเด็กเป็นบางครั้ง
2. เมื่อได้ปัญหาแล้ว ให้นักเรียนทั้งชั้นอธิบายวางแผนแก้ปัญหา หรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงได้จึงลงมือปฏิบัติการ
3. ถ้าปัญหายากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาหรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันแก้ปัญหาต่อไป

พิมพ์ันท์ เฑาะอุบต์ (2530) ได้กล่าวถึงบทบาทการสอนของครูในการสอนแบบสืบสอบไว้ดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด (Catalyst) โดยกำหนดปัญหา แล้วให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบเอง หรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและวางแผนหาคำตอบเอง
2. เป็นผู้ให้การเสริมแรง (Reinforcer) โดยการให้รางวัลกล่าวชม เพื่อให้กำลังใจและเพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง
3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback Action) โดยการบอกข้อดี ข้อบกพร่องแก่นักเรียน
4. เป็นผู้แนะนำและกำกับ (Guide and Director) เป็นผู้แนะนำเพื่อให้เกิดความคิด และกำกับควบคุมมิให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง
5. เป็นผู้จัดระเบียบ (Organizer) เป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์และสื่อการสอนแก่นักเรียน

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูที่จะดำเนินการสอนแบบสืบสอบสรุปได้ว่า

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้าในด้านเนื้อหา อุปกรณ์ และคำถาม
2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลาโดยกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลอง และร่วมมือกับทุกคน
3. ควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายให้พอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน และเมื่อนักเรียนถามคำถามอย่างบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบเองได้
4. อย่านักเรียนสรุปแนวความคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป ในเมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำให้นักเรียนได้ทำการทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่ให้ความมั่นใจได้เพียงพอจึงค่อยสรุปผล

สรุปได้ว่า ในการเตรียมการสอนครูมีบทบาทในการเตรียมการทั้งด้านเนื้อหา กระบวนการและอุปกรณ์ ส่วนในการจัดการเรียนการสอน ครูและนักเรียนมีบทบาทในการ

เรียนการสอนแบบสืบสอบ 2 แนวทาง คือ

1. การสอนแบบสืบสอบที่ครูกำหนดแนวทางการสืบสอบ
2. การสอนแบบสืบสอบที่ครูไม่กำหนดแนวทางของการสืบสอบ

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบเป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้เกิดกพบความจริง เหตุผล กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง การเรียนรู้ที่เกิดจากการเสาะแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ได้เอง ครูต้องพยายามให้นักเรียนใช้ความสังเกต แล้วตั้งปัญหาขึ้น เมื่อได้ปัญหาแล้วจึงดำเนินการแก้ปัญหาโดยการตั้งสมมติฐาน จากนั้นหาทางพิสูจน์สมมติฐาน ในการสอนครูต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ครูไม่มีหน้าที่บรรยายหรือแก้ปัญหาให้นักเรียนทั้งหมด
2. ครูเป็นเพียงผู้แนะแนวทางและให้ความสะดวกในการแก้ปัญหาให้นักเรียน
3. กระบวนการสืบสอบประกอบด้วยขั้นต่าง ๆ ดังนี้ ตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน พิสูจน์สมมติฐาน สรุปและนำผลสรุปไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับปัญหาหมต่อไป ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องถูกนำไปใช้ตลอดเวลา
4. เครื่องมือดำเนินการทั้งหมด คือ คำถาม
5. การใช้คำถามที่เหมาะสมจะช่วยให้การเรียนแบบสืบสอบประสบผลสำเร็จ

นอกจากนี้ครูจะต้องพยายามจัดสภาพห้องเรียนให้เป็นแบบสืบสอบ ซึ่ง แมสเซียลาส และค็อก (Massialas and Cox, 1968) ได้ศึกษาถึงคุณสมบัติของห้องเรียนที่เป็นการเรียนแบบสืบสอบว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. ห้องเรียนต้องเป็นประชาธิปไตย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่
2. ปัญหาที่นำมาอภิปรายนำเสนอจะชวนคิดและสามารถตัดสินใจได้ บทบาทของครูเป็นเพียงผู้ที่ยกกระตุ้นให้การเรียนดำเนินไปเท่านั้น
3. ทุกคนในห้องเรียนต้องให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี



แม้ว่างานการเรียนการสอนปฏิบัติการณ์ทดลองวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติการณ์ทดลอง เพื่อค้นพบข้อเท็จจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองก็ตาม แต่ในขณะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการณ์ทดลอง ครูก็ยังมีบทบาทสำคัญ ดังที่ ฮอฟ (Hoff, 1950 : 173-175) ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับบทบาทการสอนปฏิบัติการณ์ทดลอง ว่า "ครูทำหน้าที่เป็นผู้คอยดูแลช่วยเหลือนักเรียน เมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ โดยครูอยู่ในห้องที่นักเรียนทำการทดลองตลอดเวลาและควรยืนอยู่หน้าตำแหน่งที่ทุกคนสามารถมองเห็นนักเรียนทุกคนได้ทั่วถึง"

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับบทบาทของครูในการสอนปฏิบัติการณ์ทดลอง โดยวิธีการสืบสอบ สรุปได้ดังนี้

1. มีการเตรียมการล่วงหน้า เพื่อให้เกิดความมั่นใจในเนื้อหาของการเรียนรู้นั้น โดยปฏิบัติดังนี้
  - 1.1 ทำการทดลองก่อนที่จะเข้าไปสอนในชั้น เพื่อศึกษาผลการทดลองหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้น
  - 1.2 สืบหาสภาพและปริมาณของอุปกรณ์และสารเคมีที่จะนำมาใช้สำหรับการทดลอง
  - 1.3 จัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้สำหรับการทดลอง
  - 1.4 วางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปโดยใช้เวลาอันสั้น
2. ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอยู่ตลอดเวลา โดยปฏิบัติดังนี้
  - 2.1 เปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหา และตอบคำถามต่าง ๆ ด้วยตนเอง
  - 2.2 กระตุ้นให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง
  - 2.3 กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย
  - 2.4 ใช้เทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถามตลอดจนการเสริมพลังมาช่วยให้เป็นประโยชน์
3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน
4. เมื่อนักเรียนถามคำถามอย่างนอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง

5. ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่ผู้รอบรู้ปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน
6. ครูควรพยายามให้นักเรียนสรุปความคิดเห็นหรือสรุปผลการทดลองอย่างมีเหตุผลได้ด้วยตนเอง
7. ครูควรแนะนำให้นักเรียนได้ทำการทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่ทำให้ความมั่นใจได้เพียงพอ จึงสรุปผลการทดลอง
8. ครูควรใช้วิธีสอนแบบอื่น ๆ ช่วยเสริมการสอนแบบสืบสอบในโอกาสที่เหมาะสม เช่น การสาธิต การทำคำอธิบาย เป็นต้น

นอกจากนี้ ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 5-6) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนเนื้อหาที่มีกิจกรรมปฏิบัติการทดลองว่ามีอยู่ 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion)

ครูจะต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น คิด สงสัย ตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการทดลองแก่นักเรียน

ตอนที่ 2 การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period)

ครูจะต้องคอยให้คำแนะนำต่าง ๆ อย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วยตลอดเวลาที่ทำการทดลอง ไม่บ่นสอยให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามลำพัง

ตอนที่ 3 การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion)

ครูจะต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองที่รวบรวมได้ สรุปเป็นกฎ กณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วย

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลองให้ได้ผลดีตามความมุ่งหมายของหลักสูตร ดังนี้

1. ครูเตรียมแผนงานการทดลองด้วยความระมัดระวัง
2. นักเรียนต้องรู้ถึงจุดมุ่งหมายของการทดลองแต่ละครั้งเสมอ
3. ก่อนจะนำกิจกรรมการทดลองใด ๆ มาเสนอแนะแก่นักเรียน ครูจะต้องมี

ประสบการณ์ในเรื่องนั้นมาอย่างดี

4. ต้องเป็นการทดลองที่เร้าใจให้นักเรียนเกิดความคิดและความประหลาดใจ จนถึงขั้นนำไปสู่การแก้ปัญหา

5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองให้มากที่สุด
6. บล่อยาให้นักเรียนคิดและทำกิจกรรมอย่างอิสระ
7. ครูต้องเน้นให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญของการสังเกตอยู่เสมอ
8. ต้องฝึกให้นักเรียนรู้จักจดบันทึกและสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง
9. ให้มีการทดลองเปรียบเทียบการทดลองอยู่เสมอ
10. ใช้อุปกรณ์การทดลองแบบง่าย ๆ

#### บทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบสืบสอบ

ภพ เลหาพิบูลย์ (2534 : 126-127) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบ สรุปได้ว่า บทบาทของผู้เรียน ต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบได้เป็นกรณี หลักการต่าง ๆ เป็นผู้ตอบคำถามโดยกำหนดบทบาทของนักเรียนในการเรียน ดังนี้

1. นักเรียนควรทำการศึกษา วัสดุ อุปกรณ์ และเอกสารก่อนที่จะเริ่มต้นทำกิจกรรม
2. นักเรียนสังเกตและรายงานข้อมูลที่ได้จากการสังเกต
3. นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐาน
4. นักเรียนร่วมกันหาแนวทางการทดลองและวิธีการทดสอบสมมติฐาน
5. นักเรียนรายงานผลการค้นคว้า
6. นักเรียนช่วยกันขยายความรู้เพิ่มเติม หรือปรับปรุงความรู้ที่ได้

#### ข้อดีของการสอนแบบสืบสอบ

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ เน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การค้นพบ และความเข้าใจในหลักการและใจความสำคัญ ๆ (Main Theme) ของวิทยาศาสตร์ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าและจดจำได้นานกว่าวิธีการสอนแบบเก่าที่เน้นให้จดจำ รายละเอียดข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน คารินและซันด์ (Carin and Sund, 1975) ได้อธิบายถึงผลดี

ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ สรุปได้ว่า กระบวนการสืบสอบเป็นกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางสติปัญญา จึงช่วยเพิ่มศักยภาพทางสติปัญญาและทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับตนเองดีขึ้น ทำให้มีความคาดหวังในตนเองในทางที่ดี จึงมีโอกาพัฒนาความสามารถพิเศษด้านต่าง ๆ ได้มาก ในกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบนักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการทำงานของตนเอง จึงใช้เวลามากในการเรียนทำให้เกิดกระบวนการซึมซับและปรับโครงสร้างความรู้ได้มากขึ้น

ฮอกินส์และพี (Hawkins and Pea, 1987 " 291-307) ได้อธิบายถึงผลดีของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ สรุปได้ว่า ในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนมีการทำงานทางวิทยาศาสตร์ โดยได้สืบสอบในบริบทต่าง ๆ จะช่วยพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งพัฒนาความสามารถในการคิดและใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ด้วย

น้อมฤดี จงพฤษ และคณะ (2519 : 60) ได้เขียนถึงข้อดีของวิธีสอนแบบสืบสอบสรุปได้ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนได้ใช้ความคิดมากกว่าความจำ
2. ช่วยสร้างสรรค์ความเป็นประชาธิปไตยที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียน
3. ส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มพูนมากขึ้น
4. ส่งเสริมการค้นคว้าหาความรู้ เพราะบางเรื่องต้องให้นักเรียนไปศึกษาเพิ่มเติม
5. ช่วยสร้างเสริมให้นักเรียนมีทักษะต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ ภพ เลหาพิบูลย์ (2534 : 127) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบสอบ สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้อีกได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิด และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้มีความคิดที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อดีของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ จากการที่นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายไว้สรุปได้ดังนี้

1. เป็นการเรียนที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางสติปัญญา คือ เน้นให้นักเรียนใช้ความคิดมากกว่าความจำ
2. เป็นการส่งเสริมประชาธิปไตย เพราะนักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกัน คิดค้นหาคำตอบที่ถูกร่วมกัน
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสถานการณ์หนึ่งกับอีกสถานการณ์หนึ่งได้ คือสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ให้สามารถนำไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้

การสอนแบบสืบสอบดีกว่าวิธีสอนแบบเก่าตรงที่ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในการเรียนรู้และได้ประสบการณ์ที่มีความหมายมากกว่าการสอนแบบเก่า แม้ว่าจะต้องใช้เวลาในการสอนมากกว่า แต่ผลที่นักเรียนได้รับนั้นมีค่ามาก และทักษะในการเรียนรู้เกี่ยวกับการสืบสอบจะคงอยู่โดยไม่เสื่อมไปง่าย ๆ เพราะการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ สอนให้นักเรียนรู้จักการเรียนรู้และการค้นพบด้วยตนเอง ดังที่ นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2529) ได้สรุปข้อแตกต่างของการสอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมและการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ ดังในตาราง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม	การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ
1. เน้นที่ผลผลิต (Products) ของ การค้นคว้าหรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ เช่น ทฤษฎี กฎเกณฑ์ ตลอดจน คำนิยมต่าง ๆ	1. เน้นที่กระบวนการ (Processes) ของการค้นคว้าหาความรู้โดยวิธี การทางวิทยาศาสตร์
2. ครูเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน	2. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของ การเรียนการสอน
3. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การสอนน้อยมาก เรียนตามคำสอนของ ครู ขาดทักษะในการแก้ปัญหา	3. นักเรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำ ด้แก้ปัญหาเอง มีทักษะในการใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก้ ปัญหา

#### ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสอบ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบนอกจากจะมีผลดีในการเรียนการสอนแล้ว การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบยังมีข้อจำกัดที่ทำให้การเรียนการสอนไม่ได้ผลดี

ผดุงยศ ดวงมาลา (2528 : 69) กล่าวถึงข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสอบมีดังนี้

1. การเรียนการสอนจะไปได้ช้า ด้เนื้อหา
2. ใช้เวลามากในการฝึกนักเรียนให้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ครูยังขาดแหล่งความรู้ในการฝึกตั้งคำถาม
4. ครูยังขาดแหล่งค้นคว้าหาความรู้ เพราะการสอนแบบนี้ครั้งต้องมีความรู้กว้างขวาง

นอกจากนี้ ภพ เลหาไพบูลย์ (2534 : 127) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการสอนแบบ สืบสอบไว้ดังนี้

1. ใช้เวลาในการสอนมากในการสอนแต่ละครั้ง

2. สถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้หน้าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้ นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเอง

3. นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาที่ค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอบทคำถามได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้า ลดลง

ข้อจำกัดการเรียนวิทยาศาสตร์จากการสอนแบบสืบสอบ จากการที่นักการศึกษาหลายท่าน ได้อธิบายไว้สรุปได้ดังนี้

1. การเรียนการสอนจะได้เนื้อหาบ่อย และใช้เวลามาก
2. ไม่เหมาะกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาที่ค่อนข้างยาก
3. ไม่เหมาะกับโรงเรียนที่ยังไม่พร้อมด้านอุปกรณ์การเรียน และขาดห้องสมุด เพราะครูและนักเรียนขาดแหล่งค้นคว้าหาความรู้

#### ประโยชน์ของการสอนแบบสืบสอบ

ซุคแมน (Suchman, 1962 : 110-113) เขียนถึงประโยชน์ของการสอนแบบสืบสอบไว้ว่า

1. การสอนแบบสืบสอบจะก่อให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าการสอนโดยที่ครูเป็นผู้บอกให้ทั้งหมด หรือมากกว่าที่นักเรียนเรียนรู้จากตำราอย่างเดียว ผู้ที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบจะมีอิสระในการดูดซึม (Assimiation) ประสบการณ์ต่าง ๆ เอาไว้ นักเรียนมีอิสระที่จะติดตามค้นคว้าหาความรู้และทำความเข้าใจได้ตามต้องการ ตามความอยากรู้อยากเห็น อันเหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐาน

2. การสอนแบบสืบสอบนั้น เป็นการสอนที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการค้นหาความรู้ได้เป็นอย่างดี เพราะนักเรียนจะรู้สึกสนุกสนาน สามารถร่วมกิจกรรมได้อย่างอิสระ ซึ่งกิจกรรมเหล่านั้นช่วยให้พัฒนาการด้านความคิด มีความรู้มากขึ้น และมีพัฒนาการในด้านการสร้างความคิดรวบยอดอีกด้วย

3. ความคิดรวบยอดที่นักเรียนได้จากการเรียนการสอนแบบสืบสอบน่าจะมีความหมาย และมีคุณค่าสำหรับนักเรียนมากกว่าความคิดรวบยอดที่มีคนอื่นบอกให้จำ เพราะนักเรียนจะเป็นผู้ค้นพบความคิดรวบยอดต่าง ๆ ด้วยตนเองจากข้อมูล และเชื่อว่าความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นโดยวิธีวิธีการเช่นนี้จะฝังแน่นและเป็นประโยชน์กับนักเรียนไปได้นาน

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### งานวิจัยในต่างประเทศ

เมเยอร์ (Meyer, 1969) ได้ทำการทดลองสอนนักศึกษาด้วยวิธีสืบสอบ โดยการเชิญชวนให้คิด (Invitation to Enquiry) กับวิธีสอนแบบสืบสอบธรรมดา (Simple Enquiry) ภายหลังจากการสอนปรากฏว่ากลุ่มที่สอนด้วยวิธีสืบสอบโดยการเชิญชวนให้คิดและกลุ่มที่สอนด้วยวิธีสืบสอบแบบธรรมดา ได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ในวิชาชีววิทยา และคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

โอลารีนอย (Olarinoye, 1974) ทำการทดลองสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบสอบชนิดให้คำแนะนำ (Guided Inquiry) การสอนแบบสืบสอบโดยวิธีสืบสอบด้วยตนเอง (Inquiry Role Approach) และการสอนแบบบรรยาย (Traditional Method) ในวิชาฟิสิกส์ทั่วไป โดยกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบสอบชนิดให้คำแนะนำ กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบสอบด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยทำการสอนด้วยตนเองทั้ง 3 กลุ่มทดลอง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



คอตัน (Dawson, 1975) ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง วิทยาศาสตร์ 2 แบบ โดยแบบแรกนักเรียนจะได้รับคำแนะนำอกรายละเอียดวิธีทำปฏิบัติการทดลองไว้ทั้งหมด แบบที่สองครูจะสอนว่าจะแก้ปัญหาอย่างไรและช่วยออกแบบการทดลองให้ ระหว่างการสอนมีการสังเกตพฤติกรรมการสอน โดยใช้เครื่องมือบันทึกพฤติกรรมในชั้นเรียน วิทยาศาสตร์อย่างมีระบบ (The Science Classroom Assessment System) ผลการวิจัย พบว่า ไม่มีความแตกต่างในด้านการคิดวิเคราะห์และความรู้เกี่ยวกับกระบวนการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน 2 วิธีต่างกันนี้ นอกจากนี้ยังไม่ปรากฏความแตกต่างในด้านพฤติกรรมในห้องเรียนของนักเรียน จำนวนคำถามที่ครูใช้ถามนักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางเนื้อหาวิชาของนักเรียน อีกด้วย

มาเร็ค (Marek, 1978) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการ พัฒนาสติปัญญา ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาวิชา ผลสัมฤทธิ์ในด้านทักษะการสืบเสาะหาความรู้และไอคิว (I.Q.) และความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 4 นี้ โดยการสอนโครงการสอนโดยวิธีสืบเสาะด้วยตนเอง (The Inquiry Role Approach Program) ในวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนมัธยมศึกษา 92 คน เลือกโดยสุ่มทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยข้อสอบ วัดการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา ทักษะในการสืบเสาะหาความรู้และไอคิว (I.Q.) ผลการวิจัยพบว่าการสอนโดยวิธีสืบเสาะ ทำให้การพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะการสืบเสาะหาความรู้และไอคิว (I.Q.) สูงขึ้นและตัวแปรทั้ง 4 ด้านนี้มีความสัมพันธ์ ต่อกันในระดับต่าง ๆ

เดวิส (Davis, 1978) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบสืบเสาะชนิดให้คำแนะนำแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนกลุ่มหนึ่งได้รับการสอนแบบบอกให้เรียนรู้ (Expository Approach) คือนักเรียนได้รับข้อความรู้จากครูและหนังสือ ส่วนนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะชนิดให้คำแนะนำ โดยจัดหาวัสดุอุปกรณ์รวมทั้งวิธีค้นคว้าหาความรู้ ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ชนิดให้คำแนะนำมีผลสัมฤทธิ์ด้านความเข้าใจและกระบวนการสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบบอกให้เรียนรู้ แต่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เอล-เนมร์ (El-Nemr, 1980) ได้วิเคราะห์ผลของการสอนแบบสืบสอบในวิชาชีววิทยา โดยการนำรายงานผลการทดลองสอนชีววิทยาด้วยวิธีสืบสอบ จำนวน 58 เรื่อง ซึ่งออกแบบและการกระทำตัวแปรเหมือนกัน มารวบรวมโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบเมตา (Meta-Analysis Technique) จากการวิเคราะห์พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม

ไอวินส์ (Ivins, 1986) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลองเพื่อหาความรู้เองกับวิธีสอนปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์ความรู้ที่เรียนมาแล้ว โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีแบบปฏิบัติการทดลองเพื่อหาความรู้เอง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีแบบปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์ความรู้ที่เรียนมาแล้วหรือไม่

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีแบบปฏิบัติการทดลองเพื่อหาความรู้เองจะมีความคงทนของความรู้มากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีแบบปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์ความรู้ที่เรียนมาแล้วหรือไม่

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีแบบปฏิบัติการทดลองเพื่อหาความรู้เองจะชอบเรียนวิทยาศาสตร์มากกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีแบบปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์ความรู้ที่เรียนมาแล้วหรือไม่

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 วิชาธรณีวิทยา จำนวน 103 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในรัฐโอไฮโอ ผลการศึกษาพบว่า วิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองเพื่อหาความรู้เอง สามารถพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และมีความคงทนของความรู้มากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีแบบปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์ความรู้ที่กำหนดไว้แล้วหรือเรียนมาแล้ว

ชาร์ลส์ (Charles, 1987) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านปฏิบัติการทดลอง การพัฒนาสติปัญญาและกลวิธีการสอนที่สอนนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่เรียนชีววิทยาระดับ 9 ในโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยเทมเปิล ผลการวิจัย

พบว่า

1. ความรู้ด้านปฏิบัติการ ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาและกลวิธีการสอนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ
2. กลวิธีการสอนที่แตกต่างกันทำให้การพัฒนาทางสติปัญญาต่างกัน
3. กลวิธีเลือกใช้การปฏิบัติการทดลองทำให้เพิ่มความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น

#### งานวิจัยในประเทศ

นิมิตร มาศเกษม (2517) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งได้รับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติการทดลอง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มละ 27 คน โดยให้กลุ่มที่ 1 เรียนโดยวิธีสืบสอบด้วยวิธีสาธิต และกลุ่มที่ 2 เรียนด้วยวิธีสืบสอบด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีสาธิตและกลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05
2. กลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีสาธิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาดีกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. กลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีสาธิตและกลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แต่กลุ่มที่สอนด้วยวิธีสาธิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปีการศึกษา 2522 จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสืบสอบที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยการสืบสอบที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

ยุพิน โพรธิวิทย์ (2534) ได้ศึกษาผลของชุดฝึกปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหอวัง ตัวอย่างประชากรคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 90 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 2 ห้องเรียน ให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 45 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นชุดฝึกปฏิบัติการทดลอง 4 ชุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะปฏิบัติการเคมี 2 ฉบับ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ใช้ฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากงานวิจัยที่สำรวจมา ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับการสืบสอบโดยตรง แต่จะพบในรูปแบบของการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ผู้วิจัยจึงทำการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ซึ่งก็คือระดับของการสืบสอบจะอยู่ในระดับใดนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณการชี้แนะหรือการอธิบายของครูผู้สอน และการให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง พบว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบแบบไม่กำหนดแนวทางทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทางสติปัญญาทั้งในด้านพุทธิพิสัย และด้านการปฏิบัติการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย