

# Cálculo Diferencial e Integral en Varias Variables

Mauro Polenta Mora

## Ejercicio 5

### Consigna

Estudiar los límites de las siguientes sucesiones. ¿Existen subsucesiones convergentes? Indicar los límites de dichas subsucesiones.

1.  $a_n = \frac{1+(-1)^n}{2}$
2.  $a_n = (-1)^n n$
3.  $a_n = 3 \cos(n\pi)$
4.  $a_n = \frac{n-1}{n+1} \cos\left(\frac{2n\pi}{3}\right)$
5.  $a_n = n^2(1 + (-1)^n)$
6.  $a_n = n^{(-1)^n}$
7.  $a_n = \frac{(-1)^n}{n} + \frac{1+(-1)^n}{2}$

### Resolución

#### Sucesión #1

- $a_n = \frac{1+(-1)^n}{2}$

Veamos los primeros términos de la sucesión para agarrar intuición sobre lo que pasa:

- $\{0, 1, 0, 1, 0, \dots\}$

Claramente  $a_n$  no converge, pero tenemos dos subsucesiones convergentes en:

- $a_{2k+1} \rightarrow 0$
- $a_{2k} \rightarrow 1$

#### Sucesión #2

- $a_n = (-1)^n n$

Veamos los primeros términos de la sucesión para agarrar intuición sobre lo que pasa:

- $\{-1, 2, -3, 4, -5, \dots\}$

Claramente  $a_n$  no converge. Pero en este caso tampoco ninguna subsucesión converge, pues la función va oscilando entre términos cada vez mayores por el lado positivo, y cada vez menores por el lado negativo.

### Sucesión #3

- $a_n = 3 \cos(n\pi)$

Veamos los primeros términos de la sucesión para agarrar intuición sobre lo que pasa:

- $\{3, -3, 3, -3, 3, -3 \dots\}$

Claramente  $a_n$  no converge, pero tenemos dos subsucesiones convergentes en:

- $a_{2k+1} \rightarrow 3$
- $a_{2k} \rightarrow -3$

### Sucesión #4

- $a_n = \frac{n-1}{n+1} \cos\left(\frac{2n\pi}{3}\right)$

Veamos los primeros términos de la sucesión para agarrar intuición sobre lo que pasa:

- $a_1 = 0$
- $a_2 = \frac{1}{3} \cos\left(\frac{4\pi}{3}\right) = \frac{1}{3} \cdot \frac{-1}{2} = -\frac{1}{6}$
- $a_3 = \frac{2}{4} \cos(2\pi) = \frac{1}{2}$
- $a_4 = \frac{3}{5} \cos\left(\frac{8\pi}{3}\right) = \frac{3}{5} \cdot \frac{-1}{2} = -\frac{3}{10}$
- $a_5 = \frac{4}{6} \cos\left(\frac{10\pi}{3}\right) = \frac{2}{3} \cdot \frac{-1}{2} = -\frac{1}{3}$
- $a_6 = \frac{5}{7} \cos\left(\frac{12\pi}{3}\right) = \frac{5}{7}$

A partir de estos valores, podemos separar entre los múltiplos de 3, y los que no son múltiplos de 3:

- $a_{3k} = \frac{3k-1}{3k+1} \cos(2k\pi) = \frac{3k-1}{3k+1}$   
–  $\lim a_{3k} = 1$
- $a_{3k+1} = \frac{3k}{3k+2} \cos\left(\frac{2(3k+1)\pi}{3}\right) = \frac{3k}{3k+2} \cos\left(\frac{6k\pi+2\pi}{3}\right) = \frac{3k}{3k+2} \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right)$   
–  $\lim a_{3k+1} = \frac{-1}{2}$
- $a_{3k+2} = \frac{3k+1}{3k+3} \cos\left(\frac{2(3k+2)\pi}{3}\right) = \frac{3k+1}{3k+3} \cos\left(\frac{6k\pi+4\pi}{3}\right) = \frac{3k+1}{3k+3} \cos\left(\frac{4\pi}{3}\right)$   
–  $\lim a_{3k+2} = \frac{-1}{2}$

Por lo tanto:

- Para toda subsucesión que a partir de un punto tome solo valores de  $n$  múltiplos de 3 converge a 1.
- Para toda subsucesión que a partir de un punto tome solo valores de  $n$  NO múltiplos de 3 converge a  $\frac{-1}{2}$

### Sucesión #5

- $a_n = n^2(1 + (-1)^n)$

Veamos los primeros términos de la sucesión para agarrar intuición sobre lo que pasa:

- $\{0, 8, 0, 32, 0, 72\}$

Claramente  $a_n$  no converge, pero el comportamiento que tiene nos hace separar por múltiplos de 2:

- $a_{2k} = 8k^2$

- $-\lim a_{2k} = +\infty$
- $\bullet a_{2k+1} = 0$ 
  - $-\lim a_{2k+1} = 0$

Por lo tanto:

- Para toda subsucesión que a partir de un punto tome solo valores de  $n$  tales que:  $n = 2k + 1$ , converge a 0.

## Sucesión #6

- $\bullet a_n = n^{(-1)^n}$

Veamos los primeros términos de la sucesión para agarrar intuición sobre lo que pasa:

- $\bullet \{1, 2, \frac{1}{3}, 4, \frac{1}{5}, 6\}$

Claramente  $a_n$  no converge, pero el comportamiento que tiene nos hace separar por múltiplos de 2:

- $\bullet a_{2k} = 2k^{(-1)^{2k}} = 2k$ 
  - $-\lim a_{2k} = +\infty$
- $\bullet a_{2k+1} = (2k+1)^{(-1)^{2k+1}} = \frac{1}{2k+1}$ 
  - $-\lim a_{2k+1} = 0$

Por lo tanto:

- Para toda subsucesión que a partir de un punto tome solo valores de  $n$  tales que:  $n = 2k + 1$ , converge a 0.

## Sucesión #5

- $\bullet a_n = \frac{(-1)^n}{n} + \frac{1+(-1)^n}{2}$

Veamos los primeros términos de la sucesión para agarrar intuición sobre lo que pasa:

- $\bullet \{-1, \frac{3}{2}, \frac{-1}{3}, \frac{5}{4}, \frac{-1}{5}\}$

Claramente  $a_n$  no converge, pero el comportamiento que tiene nos hace separar por múltiplos de 2:

- $\bullet a_{2k} = \frac{1}{2k} + 1$ 
  - $-\lim a_{2k} = 1$
- $\bullet a_{2k+1} = \frac{-1}{2k+1}$ 
  - $-\lim a_{2k+1} = 0$

Por lo tanto:

- Para toda subsucesión que a partir de un punto tome solo valores de  $n$  tales que  $n = 2k$ , converge a 1.
- Para toda subsucesión que a partir de un punto tome solo valores de  $n$  tales que:  $n = 2k + 1$ , converge a 0.